

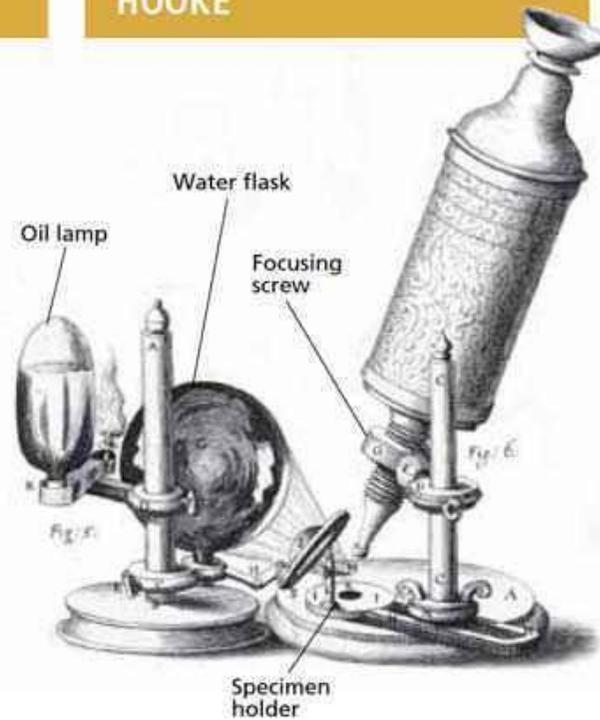
# ISTOLOGIA ED EMBRIOLOGIA

GALILEO



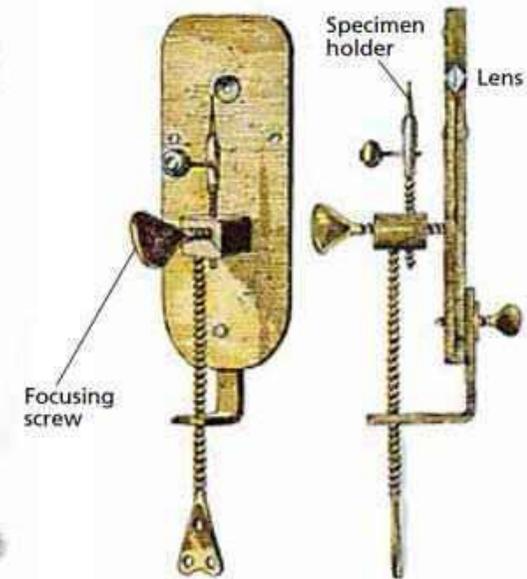
An early example of a microscope, which many historians believe was invented by Galileo in the 17th century.

HOOKE



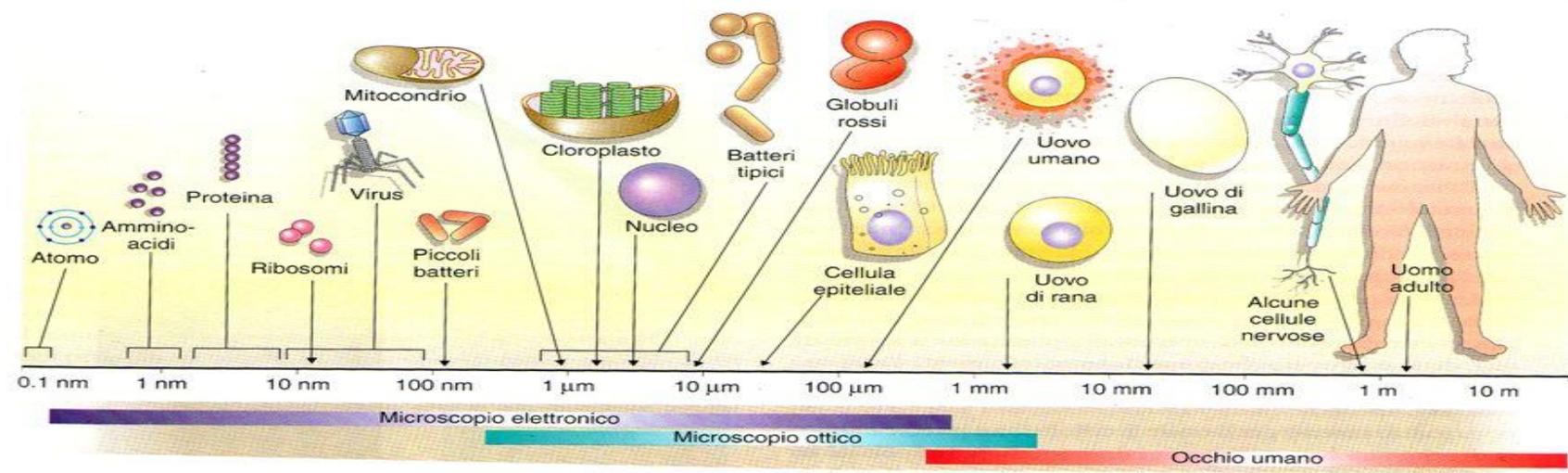
Hooke's illustration of his own microscope, published in *Micrographia*. His model had a magnification of about twentyfold.

LEEUVENHOEK

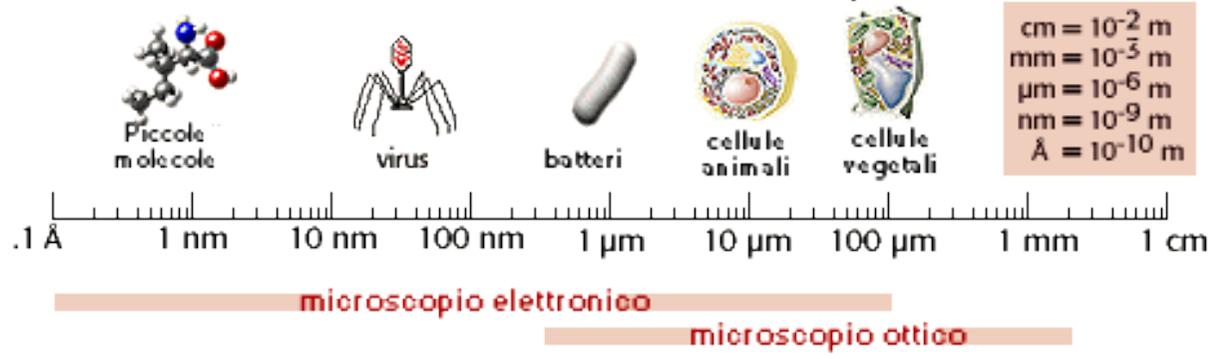


An illustration of one of Leeuwenhoek's microscopes. Surviving models from his collection can magnify more than 200 times.

# DIMENSIONI BIOLOGICHE E DIVERSITA' DELLE CELLULE



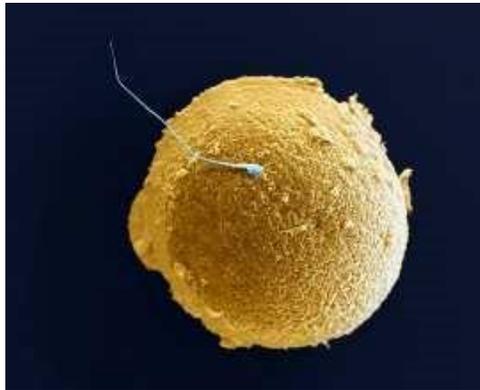
## Dimensioni delle cellule e suoi componenti



# EMBRIOLOGIA

## FECONDAZIONE (INTERNA, TUBE o OVIDOTTI)

processo in cui il gamete maschile (aploide,  $n$ ) e quello femminile (aploide,  $n$ ) si fondono (fusione dei loro nuclei) per formare lo **ZIGOTE**, cellula uovo fecondata (diploide,  $2n$ )



La cellula uovo, dopo l'ovulazione, rimane fecondabile per circa **24** ore

Gli spermatozoi devono soggiornare per alcune ore all'interno delle vie genitali femminili, periodo durante il quale avviene la

# CAPACITAZIONE DETERMINAZIONE DEL SESSO DETERMINAZIONE DEL SESSO

I CROMOSOMI SESSUALI (ETEROCROMOSOMI) determinano il sesso dell'individuo

Alla meiosi:

le le



Femmina

XX

XY

Maschio



FEMMINE FEMMINE producono il 100% di cellule

producono il 100% di cellule uovo con un cromosoma **XX**

i **MASCHI** producono metà degli spermatozoi con il cromosoma **X** e metà con il cromosoma **Y**

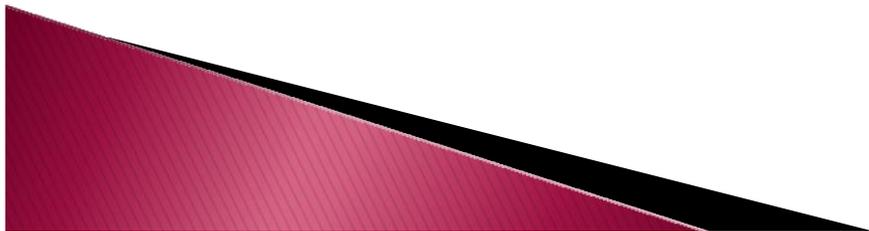
**50%**

Molti spermatozoi circondano la cellula uovo, ma **uno solo**, andando incontro alla **REAZIONE ACROSOMIALE**, che, grazie agli enzimi idrolitici dell'**ACROSOMA**, gli consente di perforare la membrana pellucida, penetra la cellula uovo



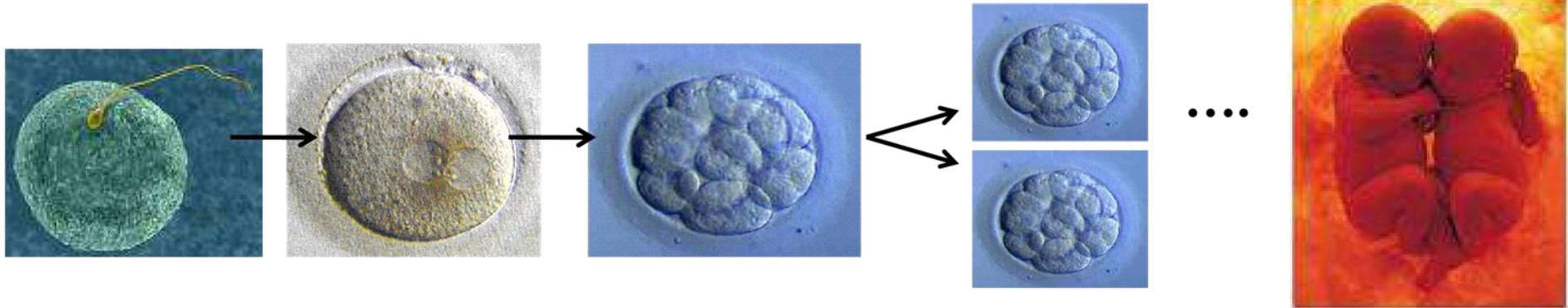
L'ingresso dello spermatozoo nella cellula uovo scatena, a livello della sua membrana, la **REAZIONE CORTICALE**

- 1) impedisce l'ingresso di altri spermatozoi
- 2) stimola il completamento della meiosi

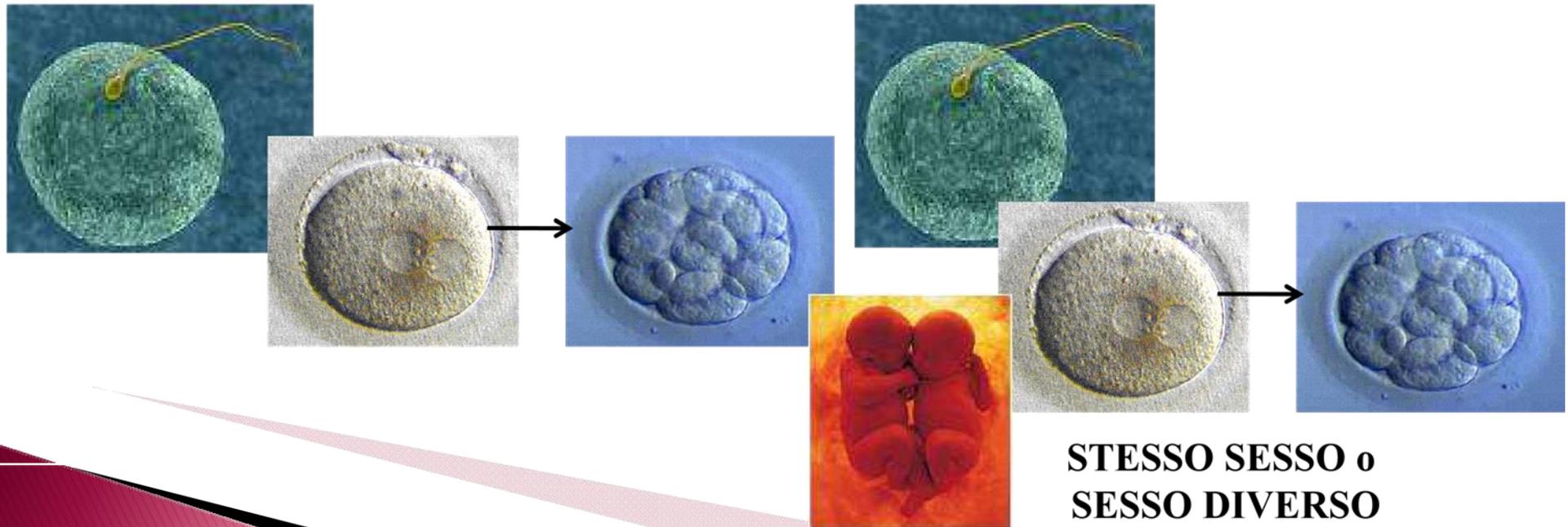


# GEMELLI MONOZIGOTICI (VERI, IDENTICI)

STESSO SESSO



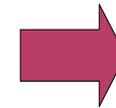
# GEMELLI DIZIGOTICI (FALSI, FRATERNI)



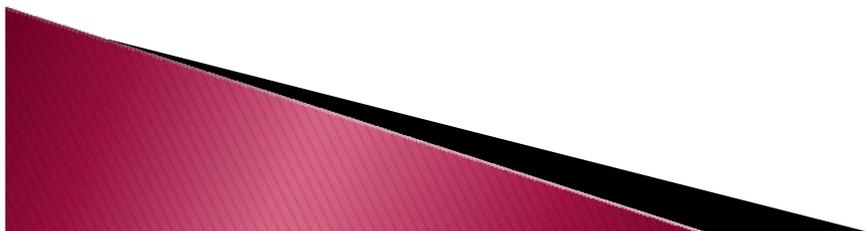
Lo zigote inizia lo sviluppo dividendosi ripetutamente (**segmentazione**) e originando una massa di cellule (**blastomeri**) detta **MORULA**

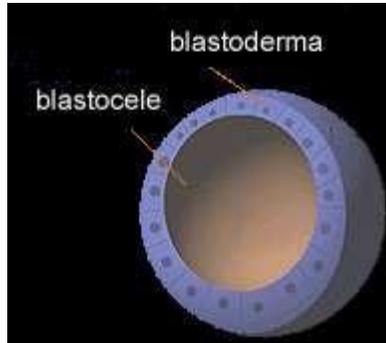


(raggiunge la cavità uterina dove fluttua due o tre giorni)  
nel suo fluttuare l'embrione allo



stadio di morula si modifica





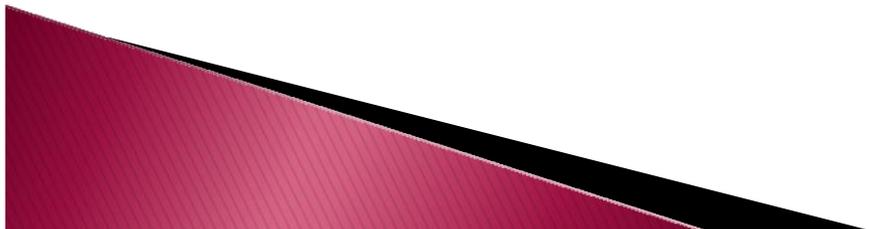
## **BLASTOCISTI (BLASTULA)**

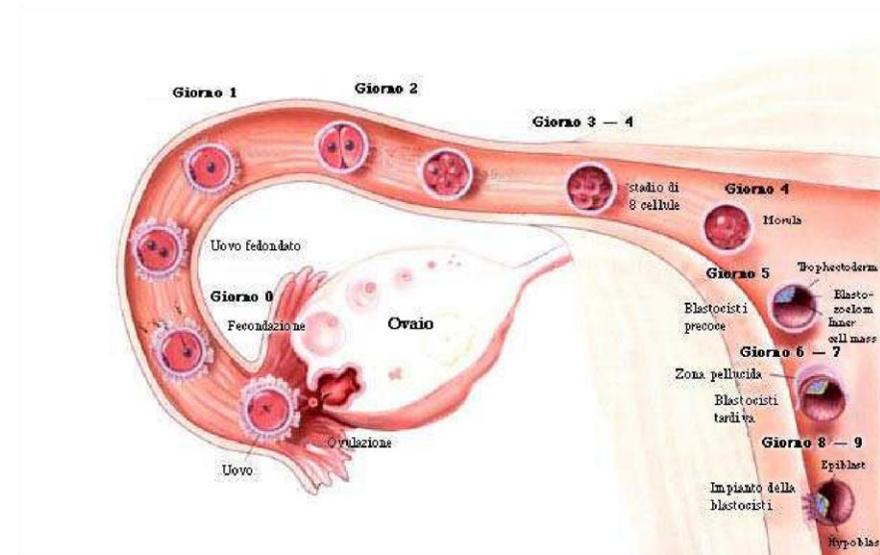
All'interno della morula si crea una cavità ripiena di liquido nella quale sporge una piccola massa di cellule (**nodo embrionale**) Parete della vescicola = **trofoblasto**



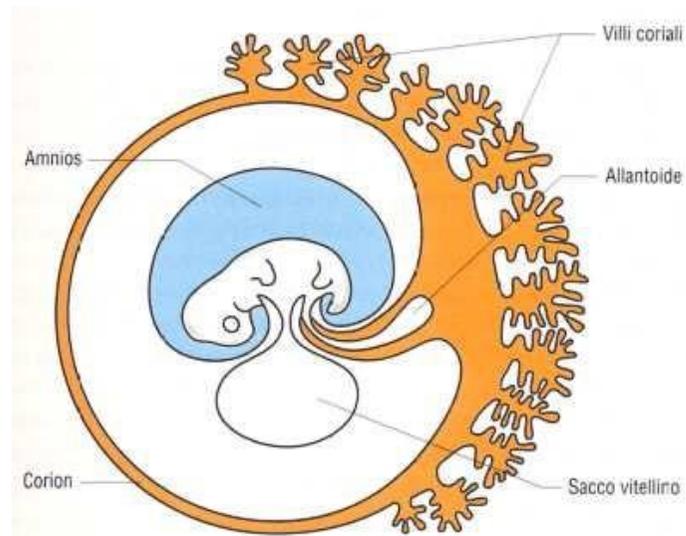
**L'annidamento della blastula** (per digestione delle cellule della mucosa uterina ad opera di enzimi) nella parete dell'utero (endometrio)

*La blastula o blastocisti* avviene a circa **una settimana** dalla fecondazione





Durante l'annidamento il trofoblasto si trasforma in **CORION** dal quale si sviluppano delle estroflessioni dette **villi coriali**



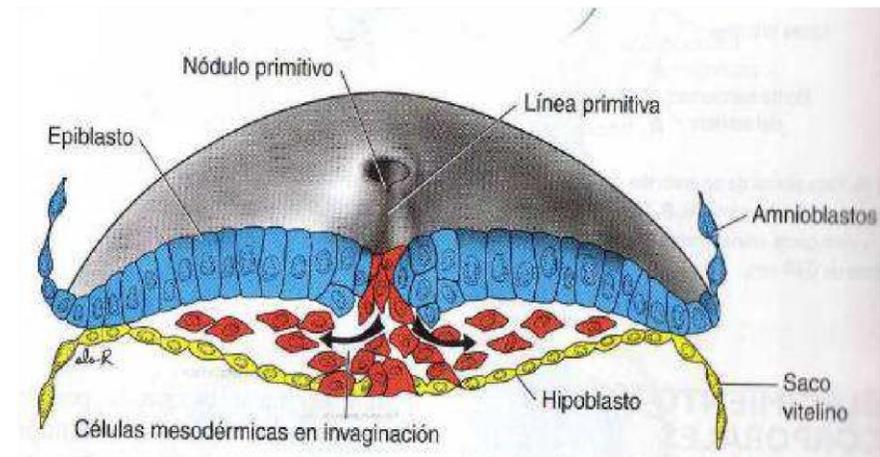
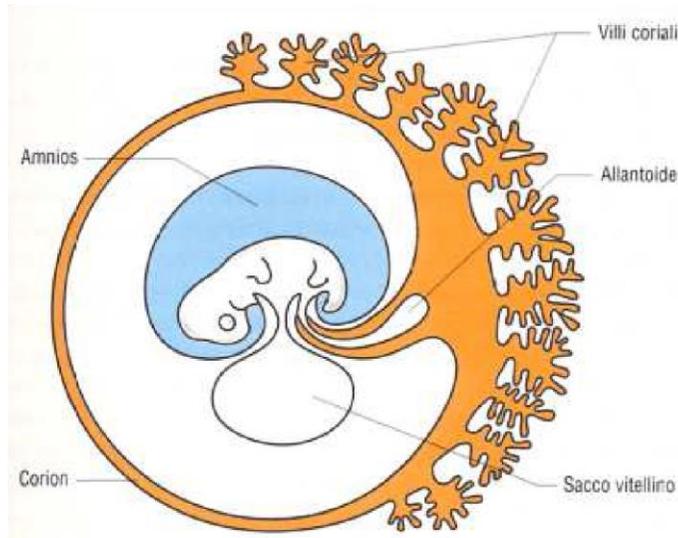
## FUNZIONE

- 1) permette all'embrione di prelevare sostanze nutritive dall'utero
- 2) produce l'ormone **gonadotropina corionica** (HCG): comunica al corpo luteo di continuare a produrre ormoni necessari al proseguo della gravidanza e impedire altre ovulazioni

Il **CORION** darà origine ad una porzione della **PLACENTA**

Scambio di nutrienti e ossigeno tra madre e feto

9° giorno dalla fecondazione: ultime fasi dell'impianto: all'interno del nodo embrionale, tra trofoblasto e nodo embrionale, si sviluppa una cavità detta **CAVITÀ AMNIOTICA**



Nodo embrionale → **BLASTODISCO**  
 formato da due foglietti di cellule  
 sovrapposti (**epiblasto**: rivolto verso la  
 cavità amniotica

# GASTRULA

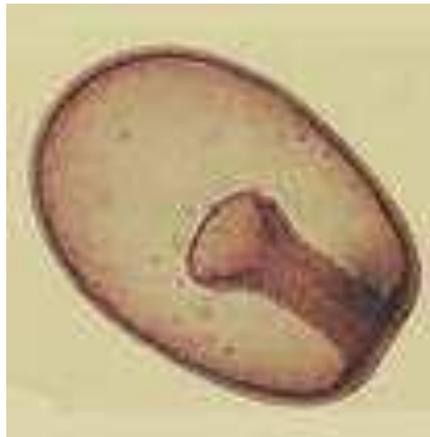
(GASTRULAZIONE)

**ipoblasto:** rivolto verso il blastocele  
Cellule di specifiche aree dell'epiblasto  
si spostano verso la parte centrale del

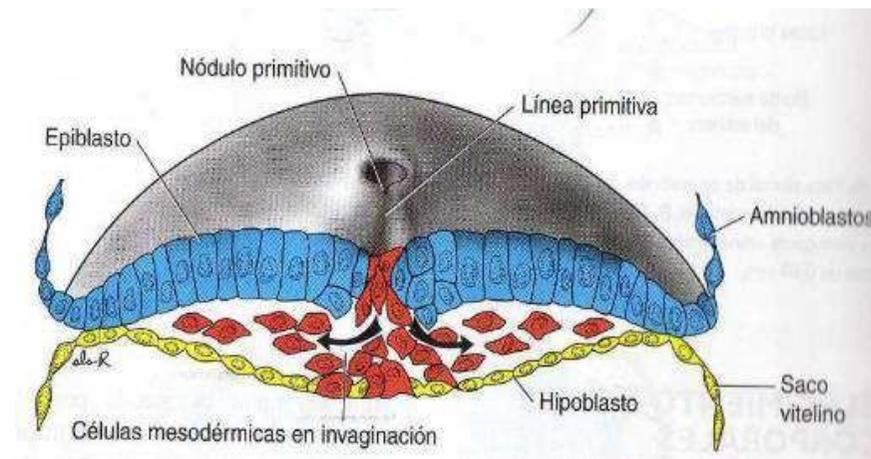
blastodisco formando la **linea primitiva** 14°

giorno dalla fecondazione a livello della quale si  
interpongono tra

epiblasto e ipoblasto originando un terzo strato di  
cellule



Differenziamento del nodo  
embrionale in tre **foglietti**



**embrionali o germinativi:**

**ECTODERMA** (epiblasto)

**MESODERMA** (il nuovo foglietto)

**ENDODERMA** (ipoblasto)

L'**ENDODERMA** darà origine a:

- 1) apparato respiratorio
- 2) digerente e ghiandole ad esso annesse (fegato, pancreas)
- 3) apparato urinario

Il

**MESODERMA**

darà origine a: 1)

muscolatura

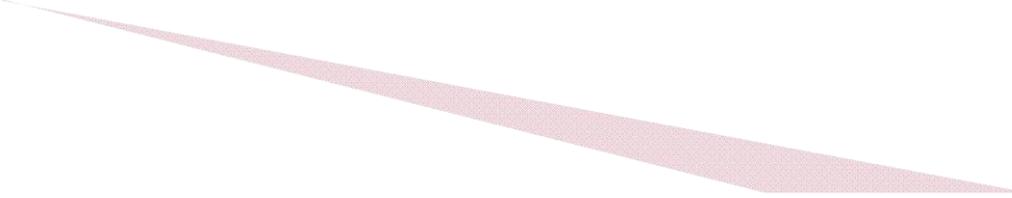
2) apparato urogenitale

3) vasi sanguigni e sangue

4) ossa

L'**ECTODERMA** darà origine a:

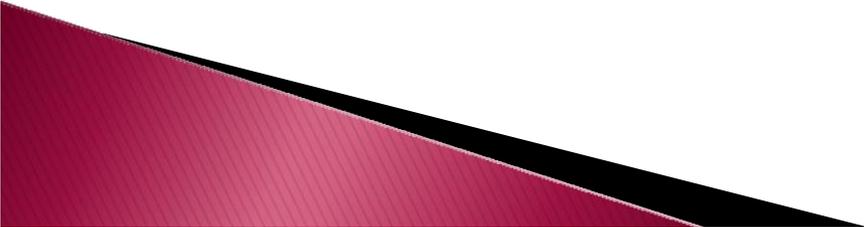
- 1) epidermide e annessi cutanei (capelli, unghie, gh. sudoripare e sebacee)
- 2) porzioni di organi di senso



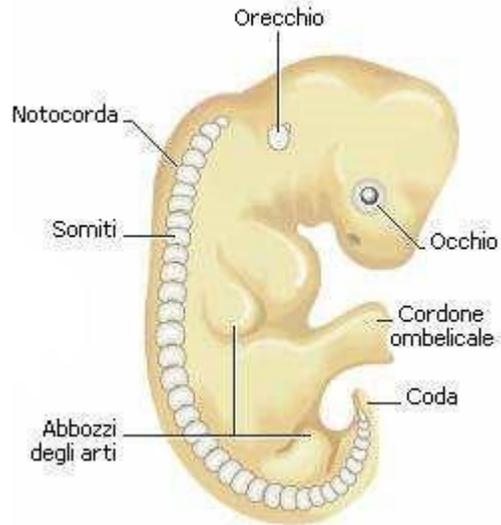
3)

sistema nervoso

**NOTOCORDA** (sostituita dalla colonna vertebrale) induce la formazione del SISTEMA NERVOSO a partire dall'ectoderma (placca



neurale, doccia neurale, **tubo neurale**, strutture del sistema nervoso



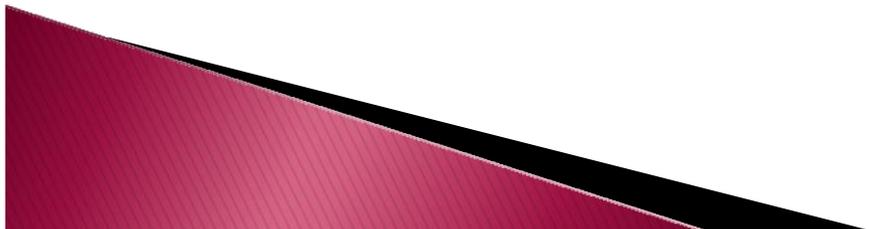
organi di senso)

Contemporaneamente alla formazione del tubo neurale nel mesoderma si

formano i **SOMITI** (gruppi di cellule disposti ai lati del tubo neurale da cui origineranno vertebre e muscoli)

ACCRESCIMENTO

DIFFERENZIAMENTO



# MORFOGENESI - ORGANOGENESI

## ANNESSI EMBRIONALI

strutture derivate dall'embrione, eliminate al momento del parto

## MEMBRANE

protezione da traumi e disidratazione

forniscono nutrimento e ossigeno

eliminano sostanze di rifiuto

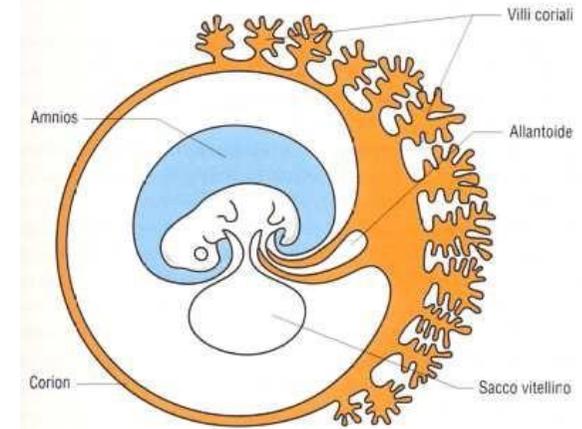
## EXTRAEMBRIONALI

### CORION

**AMNIOS** (riveste la cavità amniotica piena di liquido amniotico)

## ALLANTOIDE

**SACCO VITELLINO** (scarso nell'uomo, centro temporaneo per la formazione delle cellule del sangue)



**PLACENTA** scambio di nutrienti e ossigeno tra madre e feto

produce estrogeni e progesterone a partire dal 3° mese di gravidanza che consentono il proseguimento della stessa

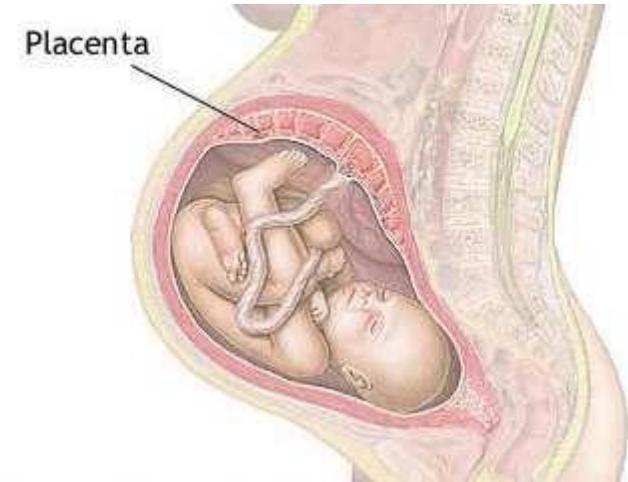
# CORDONE OMBELICALE

unisce l'embrione (e il feto) alla placenta

Due arterie ombelicali

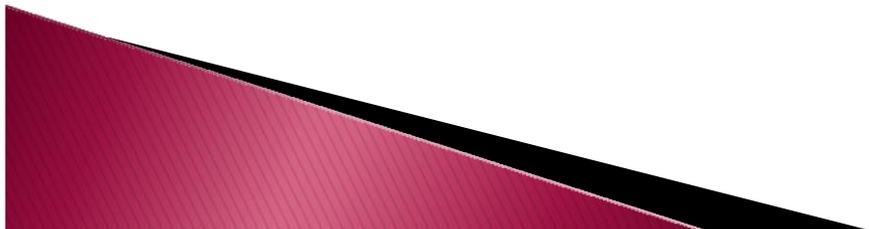
Una vena ombelicale

L'apparato circolatorio materno e quello fetale rimangono separati: le cellule del sangue materno normalmente non entrano nel circolo fetale, né quelle fetali nel circolo materno



# **ISTOLOGIA**

**TESSUTO** = gruppo di cellule simili tra loro (forma, dimensioni, corredo proteico, origine embrionale), che svolgono una o più specifiche funzioni



# TESSUTI ANIMALI

→ ORGANO → APPARATO



**EPITELIALE**

**CONNETTIVO**



**MUSCOLARE**

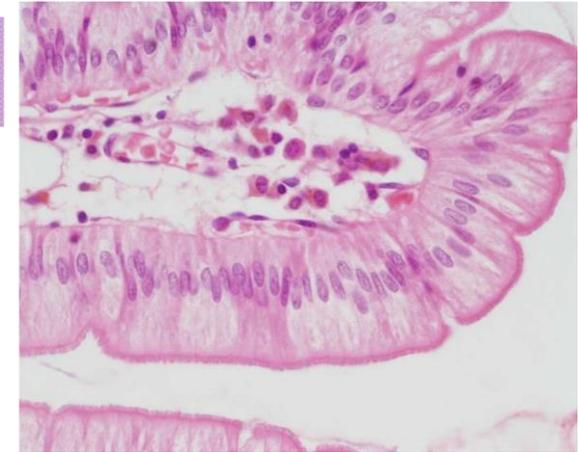
**NERVOSO**



# TESSUTO EPITELIALE (EPITELIO)

costituito da cellule strettamente accostate tra loro,  
senza (o quasi) sostanza intercellulare

In base alla **FUNZIONE** svolta si distinguono:



## EPITELI DI RIVESTIMENTO

della superficie corporea o di cavità interne

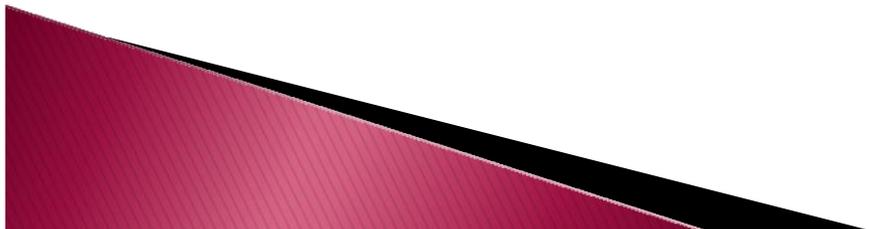
**FUNZIONE:** protezione e/o assorbimento di composti chimici

## EPITELI GHIANDOLARI

**FUNZIONE:** elaborazione e secrezione di sostanze

## EPITELI SENSORIALI

**FUNZIONE:** captazione e trasmissione di segnali  
(es, cellule gustative, acustiche) che vengono trasmessi al sistema nervoso



## EPITELI PARTICOLARMENTE DIFFERENZIATI

con particolari caratteristiche

**smalto dei denti, fibre del cristallino, annessi cutanei**  
(peli e capelli, unghie)

## EPITELI DI RIVESTIMENTO

cellule strettamente affiancate (disposte su uno o più strati)

- 1) superficie libera (es, *epidermide*) o a delimitare una cavità (es, *lume intestinale*)
- 2) Superficie a contatto con una sottilissima lamina, detta **LAMINA BASALE** o **MEMBRANA BASALE**, a sua volta connessa al tessuto connettivo che si trova sempre sottostante gli epitelii

### 1) Epiteli **SEMPLICI** o **MONOSTRATIFICATI**

(quello che riveste la cavità degli alveoli polmonari)

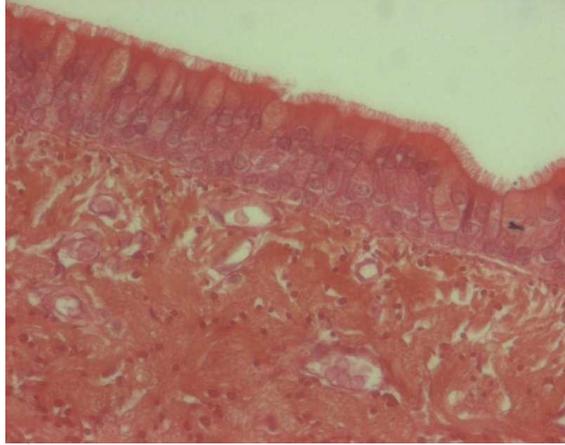
**2) Epiteli COMPOSTI o PLURISTRATIFICATI**  
(quello che costituisce l'epidermide: cellule strato basale attivamente proliferanti; cellule strati superficiali morte)

**1) Epiteli PAVIMENTOSI**  
**2) epiteli CUBICI**  
**3) epiteli CILINDRICI**

superficie libera:

• **ciglia** → epitelio **CIGLIATO**  
(mucosa delle vie aeree, mucosa delle trombe uterine)

**2) microvilli** (diverse centinaia di piccolissime estroflessioni della membrana)  
“**orletto a spazzola**” → epitelio **DI ASSORBIMENTO**  
(epitelio che riveste l'intestino tenue, i tubuli renali)



## ENDOTELIO

Epitelio di rivestimento del lume dei vasi sanguigni e

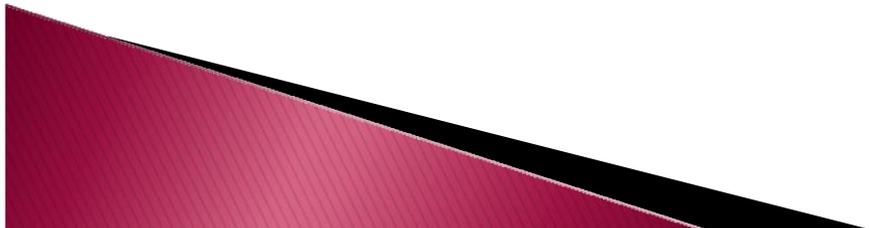
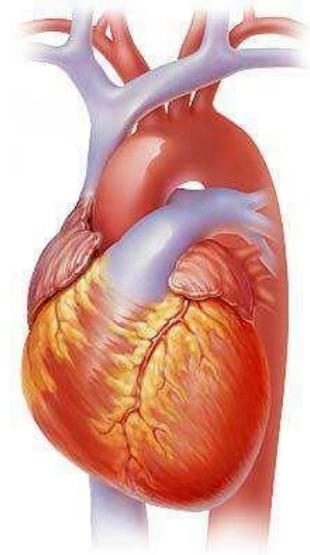
delle cavità del cuore

(epitelio pavimentoso  
monostratificato)

Epitelio di  
rivestimento  
+ membrana

basale + tessuto connettivo

sottostante danno origine a tre tipi di membrane:



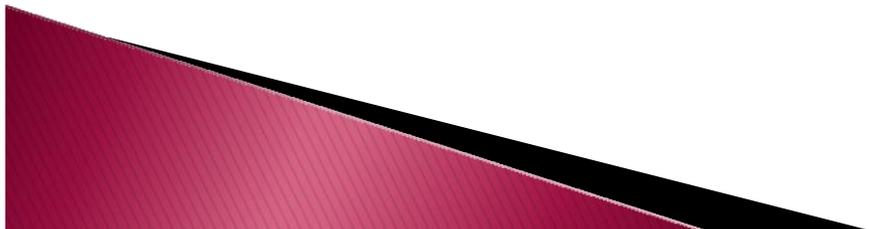
## **CUTE**

rivestimento esterno dell'organismo

## **MUCOSA**

rivestimento della superficie interna di cavità in comunicazione con  
l'esterno

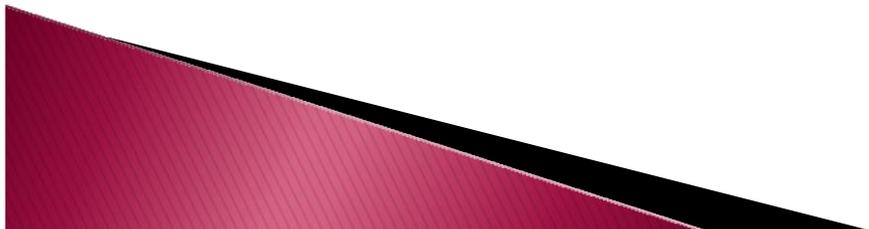
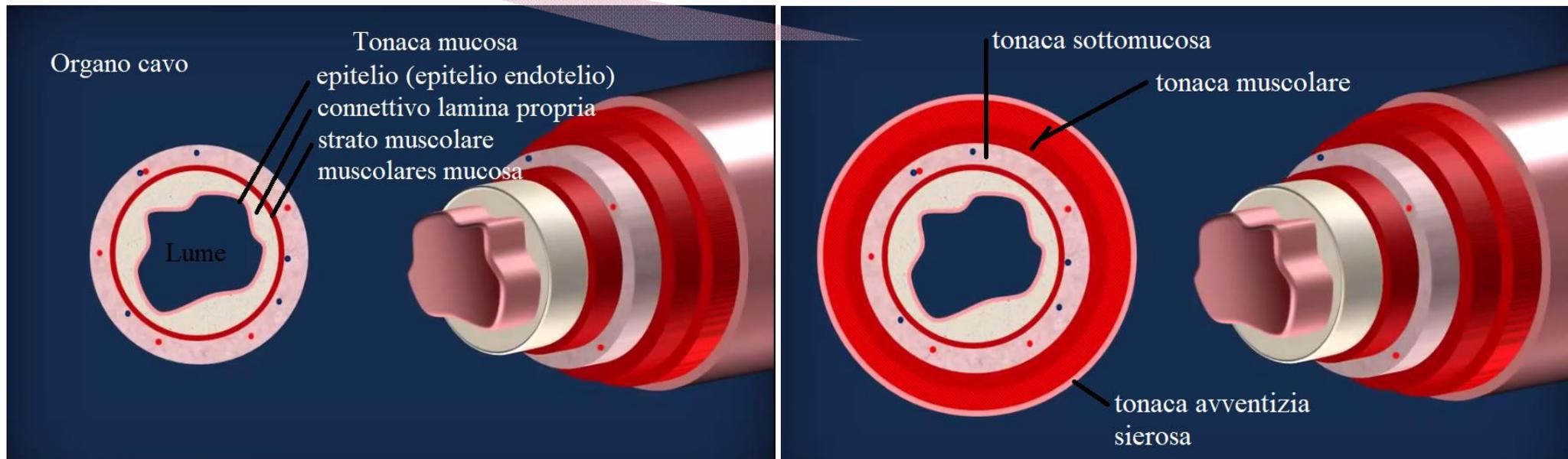
es: tubo digerente, app. respiratorio e urogenitale



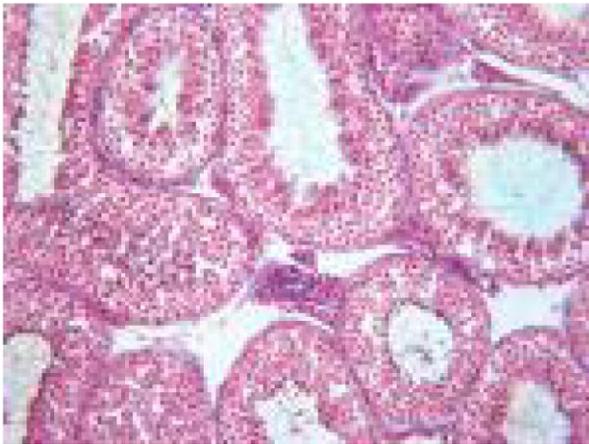
# SIEROSA

rivestimento della superficie interna di cavità non comunicanti con l'esterno

es:cavità peritoneale, pleurica, pericardica



## EPITELI GHIANDOLARI o SECERNENTI



### GHIANDOLE

organi deputati alla produzione e secrezione di prodotti di vario tipo  
(latte, muco, saliva, sudore, ormoni, succhi digestivi, ecc.)

**1) Ghiandole ESOCRINE o A SECREZIONE ESTERNA**

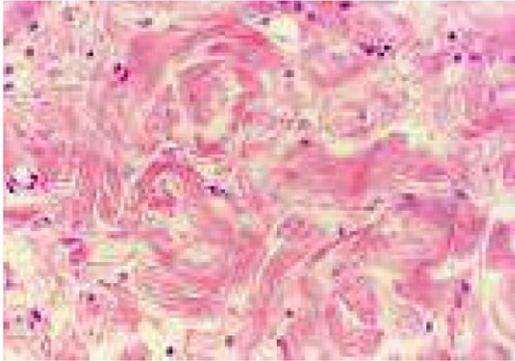
(riversano il loro prodotto all'esterno del corpo o in cavità comunicanti con l'esterno attraverso dotti escretori)

**2) Ghiandole ENDOCRINE o A SECREZIONE INTERNA**

(immettono il loro prodotto, costituito da **ORMONI**, nel liquido interstiziale o nel sangue)



# TESSUTO CONNETTIVO



1) Le **cellule (fibroblasti)** sono ben separate le une dalle altre dalla presenza di abbondante **sostanza interposta fra di esse**

(**sostanza intercellulare o fondamentale o matrice**)

La **matrice** viene sintetizzata e secreta dalle cellule del tessuto connettivo e

**!!! Sangue**

**sostanza  
fondamentale è**

contiene:

fibre collagene (proteina collagene)

fibre elastiche (proteina elastina)

**liquida (plasma)** fibre reticolari (collagene e glicoproteine)

immerse in una soluzione di **mucopolisaccaridi** (acido ialuronico) e **proteine**

2) avvolge e si insinua tra le formazioni costituite dagli altri tessuti (*sostegno e protezione dei vari*

*organi, contribuisce ai processi di ricambio e nutrizione cellulare)*

3) origina dal mesenchima, connettivo embrionale derivato dal mesoderma

## **TESSUTI CONNETTIVI PROPRIAMENTE DETTI**

LASSO

DENSO (COMPATTO)

ELASTICO

RETICOLARE

# TESSUTI CONNETTIVI SPECIALIZZATI

ADIPOSO

CARTILAGINEO

OSSEO

SANGUE E TESSUTI CHE PRODUCONO LE CELLULE  
DEL SANGUE (midollo osseo)

**TESSUTO ADIPOSO** 10 - 15% peso corporeo

Cellule (**ADIPOCITI**) che accumulano grassi in forma di trigliceridi

TESSUTO ADIPOSO **BIANCO** (o GIALLO)

TESSUTO ADIPOSO **BRUNO** (o GRASSO BRUNO)

Presente nell'uomo adulto in piccole quantità

Cellule ricche di mitocondri; produzione  
di calore per assenza dell'ATP sintetasi



## **FUNZIONI**

Protezione e sostegno meccanico (strato ipocutaneo: **pannicolo adiposo** interstizio tra i vari organi, ecc.)

Isolamento termico (grazie alla bassa conducibilità termica dei grassi, riduce la dispersione del calore alle basse temperature)

Riserva di materiale energetico (lipidi esogeni: chilomicroni; lipidi endogeni: sintetizzati nel fegato da aa e glucosio introdotti in eccesso con la dieta: lipoproteine)

## **TESSUTO CARTILAGINEO**

Forma le **CARTILAGINI** ed è costituito da cellule dette **CONDROCITI**

**CARTILAGINE IALINA** costituisce:

- la massima parte dello scheletro del **feto**

- nell'**adulto**, le cartilagini costali, nasali, tracheali, bronchiali, buona parte della laringe e il rivestimento delle superfici articolari delle ossa (**cartilagini articolari**)

Dalla nascita fino alla fine dell'adolescenza, costituisce le cartilagini di accrescimento delle ossa lunghe

**CARTILAGINE ELASTICA** costituisce:

l'impalcatura del padiglione auricolare, l'epiglottide ed alcune cartilagini della laringe

**CARTILAGINE FIBROSA** si trova: nei dischi intervertebrali, nel menisco del ginocchio, nella sinfisi pubica

**TESSUTO OSSEO**

caratterizzato da notevole rigidità e durezza

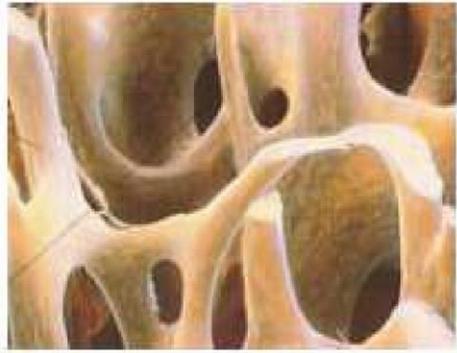
la sua sostanza fondamentale è rappresentata in larga parte da **sali inorganici (fosfato tricalcico sottoforma di idrossiapatite, carbonato di calcio, fosfato di magnesio, fluoruro di calcio)**

Costituisce la maggior parte dello scheletro e dei denti dei vertebrati superiori

## FUNZIONI

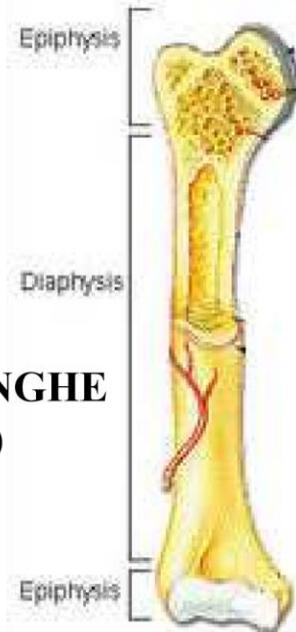
- **SOSTEGNO**
- **INTERVIENE NELLA TRASMISSIONE DEL MOVIMENTO**
  - **RISERVA DI CALCIO (Ca) E FOSFORO (P)**

# SPUGNOSO



Costituito da **TRABECOLE** ossee che delimitano spazi detti **CAVITÀ MIDOLLARI** occupate da **MIDOLLO OSSEO**

**OSSA LUNGHE**  
(epifi)



**OSSA PIATTE**  
(tra i due tavolati di osso compatto)



# COMPATTO

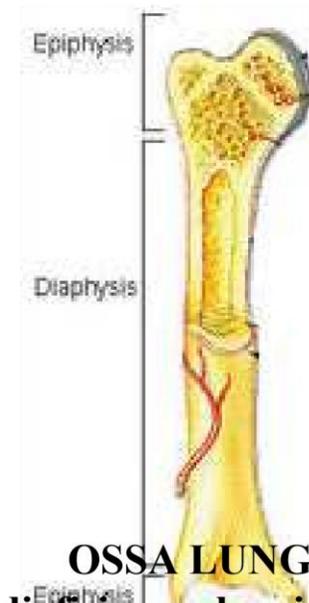
privo di cavità



**OSSA PIATTE**  
(i tavolati della superficie)

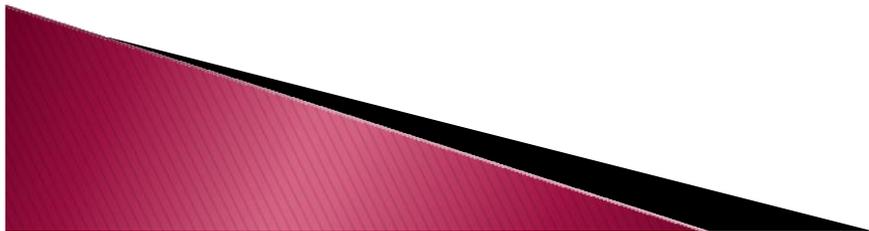


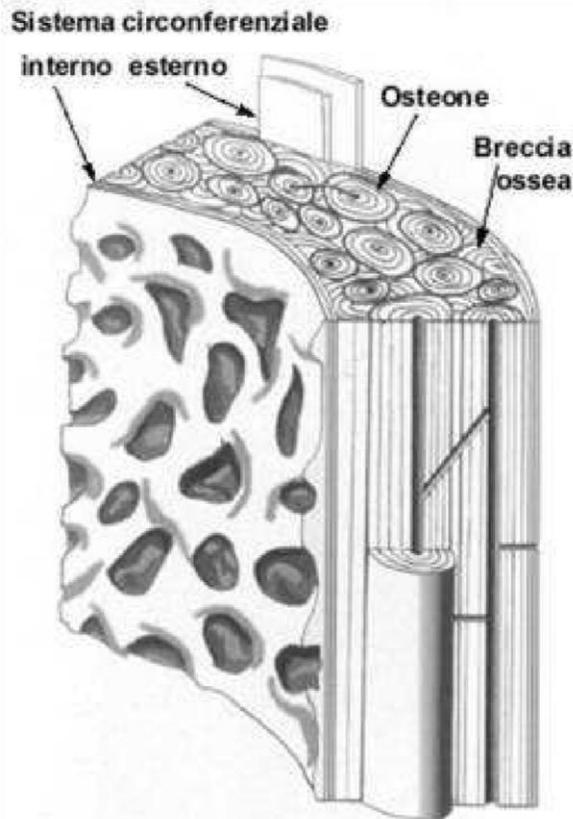
**OSSA BREVI**  
(porzione superficiale)



**OSSA LUNGHE**  
(diafisi, canale midollare)

**(porzione interna)**





## sistema di HAVERS (o OSTEONE)

Vasi sanguigni e nervi

**PERIOSTIO** connettivo che avvolge l'osso

**ENDOSTIO** connettivo che riveste le cavità midollari

## CELLULE DEL TESSUTO OSSEO

**OSTEOCITI**

**OSTEOBLASTI** = precursori degli  
**OSTEOCITI**

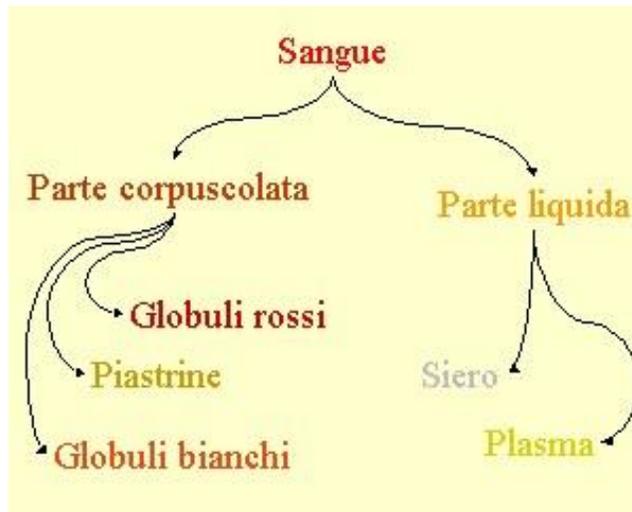
Embrione = cartilagine **OSTEOCLASTI** = deputati al riassorbimento →  
sesta settimana → osso dell'osso (stimolati nella loro attività  
**RIMODELLAMENTO** o osteolitica dal **paratormone**: ↑ [Ca<sup>++</sup>] ed  
**RIMANEGGIAMENTO OSSEO** inibiti dalla  
**calcitonina**)

Processi di erosione e ricostruzione

**Somatotropo (ipofisi anteriore), tiroxina (tiroide),  
ormoni sessuali → stimola accrescimento scheletrico**

**SANGUE** E' L'UNICO TESSUTO LIQUIDO DELL'ORGANISMO

8% peso corporeo (70 Kg → 5 litri)



55%: sostanza fondamentale liquida  
**(PLASMA)**

45%: parte corpuscolata: cellule (**GLOBULI  
BIANCHI e ROSSI**) e **PIASTRINE** in  
sospensione nel plasma

• TRASPORTO DI OSSIGENO E SOSTANZE NUTRITIVE • TRASPORTO DI  
SOSTANZE DI RIFIUTO DEL METABOLISMO • TRASPORTO DI ORMONI

• CONTRIBUISCE AL MANTENIMENTO  
DELL'EQUILIBRIO IDRICO  
DELL'ORGANISMO

- CONTRIBUISCE AL MANTENIMENTO DEL pH DELL'ORGANISMO
- INTERVIENE NEI MECCANISMI DI TERMOREGOLAZIONE
- CONTRIBUISCE AI PROCESSI IMMUNITARI

**PLASMA** Soluzione acquosa di:

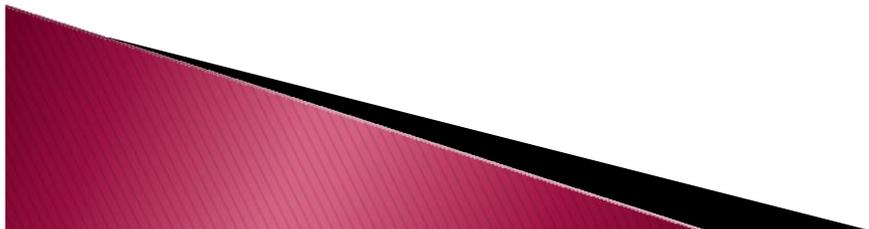
**IONI** (sodio, potassio, calcio, magnesio, cloruro, fosfato, bicarbonato)

**PICCOLI COMPOSTI ORGANICI** (glucosio, amminoacidi, urea)



## PROTEINE

**FIBRINOGENO**: prodotto dal fegato, è coinvolto nei meccanismi di coagulazione del sangue. Il plasma privato del fibrinogeno costituisce il

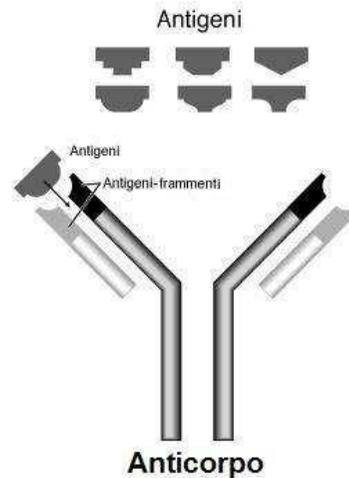
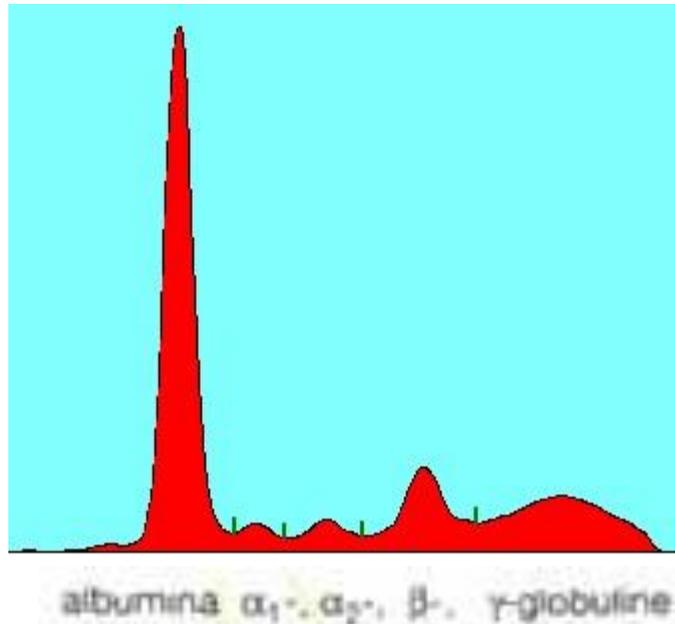




**SIERO.** Calcio, fattore VIII della coagulazione → protrombina diventa trombina → fibrinogeno diventa fibrina. Vitamina K.

**alfa-GLOBULINE:** ormoni proteici, HDL **beta-GLOBULINE:** lipoproteine, proteine di trasporto di vitamine **gamma-GLOBULINE:** anticorpi (IgG: risposta immunitaria secondaria, attraversano la placenta; IgM, risposta immunitaria primaria)

**ALBUMINA:** veicola gli acidi grassi, è la più abbondante, importante per il mantenimento della pressione osmotica del sangue

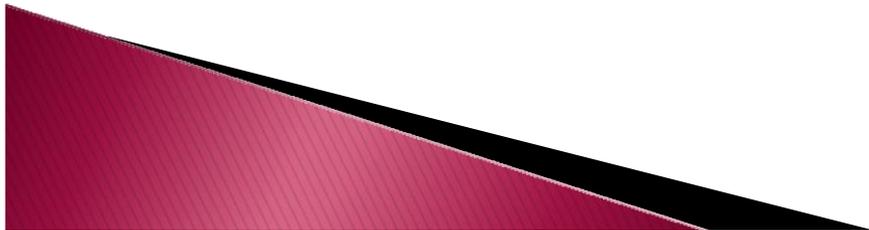


PRESSIONE OSMOTICA SANGUE = PRESSIONE DI UNA  
 SOLUZIONE DI **0.9% NaCl (SOLUZIONE FISILOGICA)**  
 QUESTA PRESENTA LA STESSA PRESSIONE OSMOTICA DEL  
 LIQUIDO INTRACELLULARE (**ISOTONICA**)

TUTTE LE PROTEINE DEL SANGUE, INSIEME ALL' EMOGLOBINA  
 CONTENUTA NEI GLOBULI ROSSI,  
 SVOLGONO UNA **FUNZIONE**

**TAMPONE, CONTRIBUENDO A MANTENERE COSTANTE IL pH DEL**

**SANGUE, ATTORNO AL VALORE  
DI 7,4**





**PARTE CORPUSCOLATA**

**GLOBULI ROSSI o ERITROCITI o EMAZIE**

**4,5 - 5 milioni/mm<sup>3</sup>**

## **GLOBULI ROSSI o ERITROCITI o EMAZIE**

NEI MAMMIFERI SONO PRIVI DI NUCLEO

Contengono **Hb**: trasporto ossigeno e, in misura minore, CO<sub>2</sub>



**Trasporto CO<sub>2</sub>**       $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

Catene oligosaccaridiche: gruppi sanguigni

Ciclo vitale di **120** giorni: fagocitosi da macrofagi nella **MILZA** e **FEGATO**

Globina + Eme, la cui demolizione genera i **PIGMENTI BILIARI**, escreti con la bile (**ITTERO** o **ITTERIZIA**)

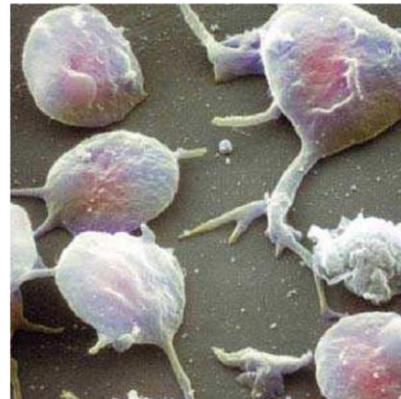
**CELLULE STAMINALI ERITROPOIETICHE** (eritroblasti → reticolociti) del midollo osseo rosso delle vertebre, costole, sterno, creste iliache, ossa lunghe, ossa della teca cranica

**ERITROPOIETINA:** ormone prodotto dai reni, *doping*

**ANEMIA:** diminuzione della quantità di Hb e di globuli rossi

## **GLOBULI BIANCHI o LEUCOCITI**

Granulociti neutrofili 50-70 %  
Granulociti eosinofili 1-4 %  
Granulociti basofili fino a 1%  
Linfociti 20-74 %



Monociti 2-8 %

**FORMULA  
LEUCOCITARIA =**  
la distribuzione % di  
ciascun tipo cellulare  
nel sangue periferico

Cellule nucleate, dotate di movimenti ameboidi. Contengono nel loro citoplasma granulazioni

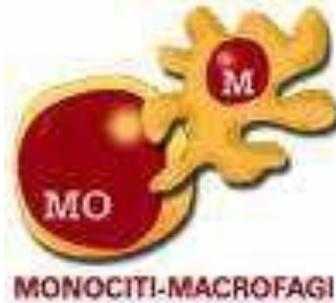
**NEUTROFILI:** fagocitosi batterica (chemiotassi, diapedesi, digestione lisosomiale); **Pus** = granulociti morti

**EOSINOFILI:** distruzione dei complessi Ag-Ac ed intervento nelle reazioni allergiche

**BASOFILI:** le loro granulazioni contengono **istamina**, sostanza vasodilatatrice rilasciata nelle reazioni allergiche ed **eparina**, sostanza ad azione anticoagulante

**MONOCITI** Dotati di movimenti ameboidi e di attività di fagocitosi.

tessuti dove si  
“spazzino”)



Si trovano sia nel sangue circolante sia nei tessuti dove si trasformano in macrofagi (cellule

## LINFOCITI

Si trovano sia nel sangue

circolante sia negli

organi linfoidei (timo, milza, tonsille, linfonodi,....).

Intervengono nei meccanismi di risposta immunitaria umorale specifica.

**LINFOCITI B:** come plasmacellule producono anticorpi (Ig)

**LINFOCITI T:** coinvolti nei processi di risposta immunitaria  
cellulomediata

## **PIASTRINE**

Derivano dalla frammentazione del citoplasma di cellule del midollo  
osseo (**MEGACARIOCITI**)

Sono presenti **solo** nel  
sangue dei Mammiferi

Concorrono nel processo di  
coagulazione del sangue

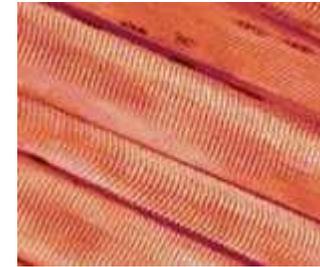
## **TESSUTO MUSCOLARE**

Deputato ad assicurare il movimento sia  
del corpo nel suo insieme, sia delle sue  
parti

## **TESSUTO MUSCOLARE**

caratterizzato da una striatura

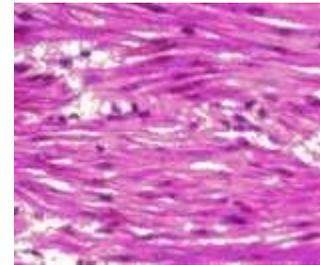
Nei vertebrati, il muscolo scheletrico è il tessuto più abbondante dell'organismo



**STRIATO**  
trasversale

## **TESSUTO MUSCOLARE LISCIO**

privo della striatura



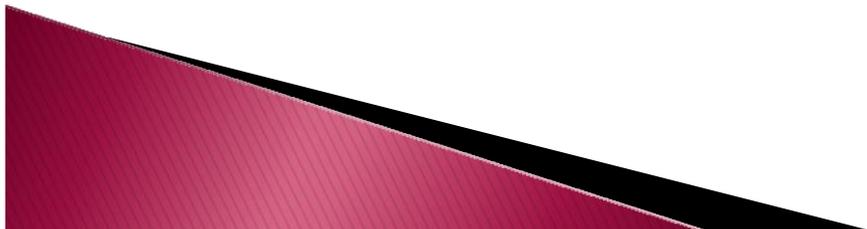
## **TESSUTO MUSCOLARE VOLONTARIO**

la cui contrazione avviene sotto il controllo della volontà (SNC); si tratta sempre di tessuto striato

Muscolatura braccia e gambe, lingua bulbo oculare

## **TESSUTO MUSCOLARE INVOLONTARIO**

Tessuto liscio



Vasi, tratto gastro-intestinale, utero, vescica, diaframma  
Pareti del cuore: striato

## **TESSUTO MUSCOLARE STRIATO**

Cellule = **FIBROCELLULE MUSCOLARI** o **FIBRE MUSCOLARI**

Presenta molti nuclei (fusione di cellule progenitrici dette **MIOBLASTI**)

Membrana plasmatica = **SARCOLEMMA**; presenta numerose estensioni all'interno della cellula che costituiscono i **TUBULI T**

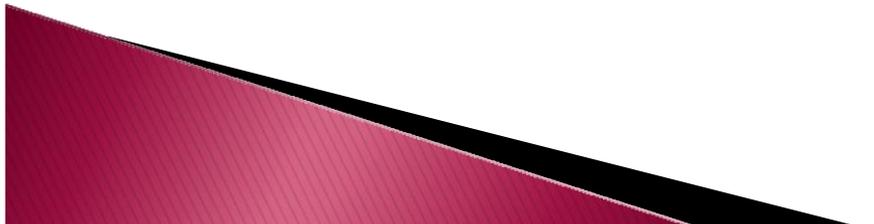
Citoplasma = **SARCOPLASMA**

Reticolo endoplasmatico = **RETICOLO**

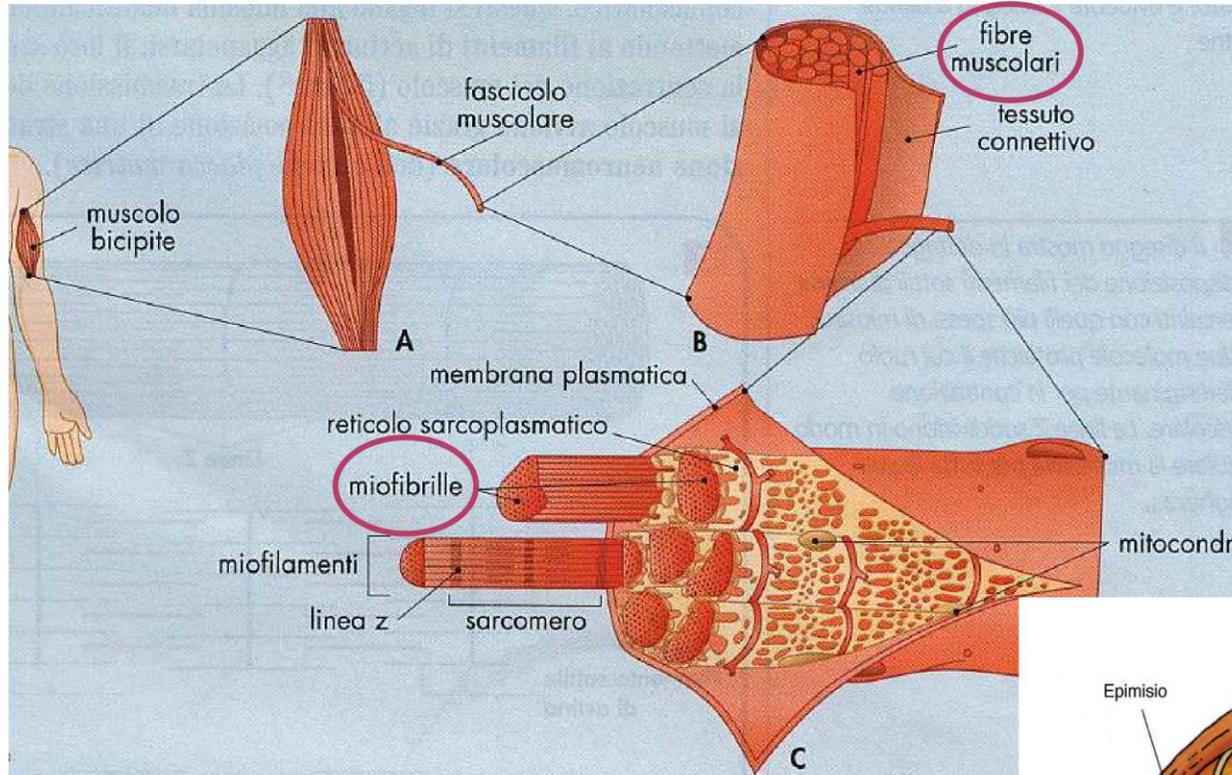


**SARCOPLASMATICO**

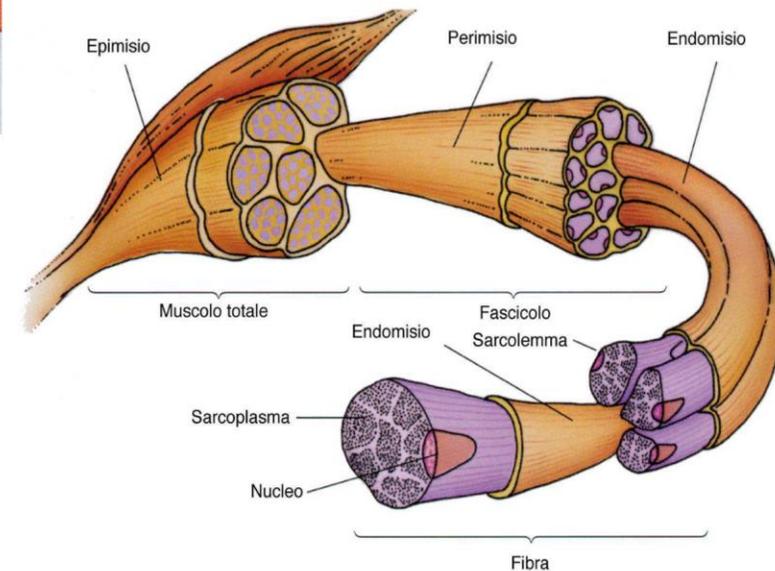
Una miofibrilla è formata da **MIOFILAMENTI** (o **FILAMENTI**)



L'interno della cellula è occupato da strutture filamentose, disposte nel senso della lunghezza della cellula, chiamate **MIOFIBRILLE**

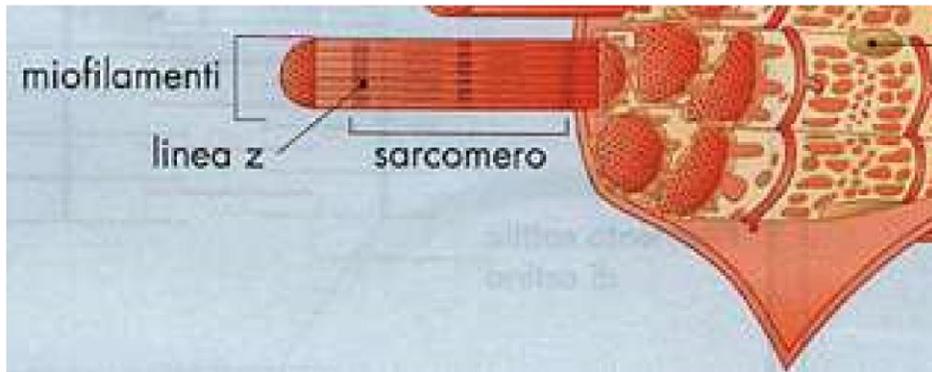


**EPIMISIO**  
**PERIMISIO**  
**ENDOMISIO**



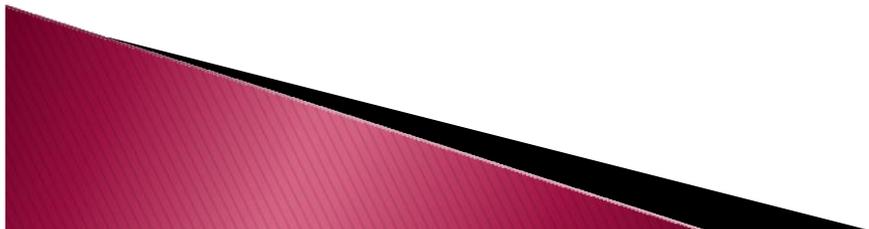
**FILAMENTI** di **ACTINA** (sottili)

**TROPOMIOSINA** e **TROPONINA** svolgono un ruolo importante  
nella regolazione della contrazione

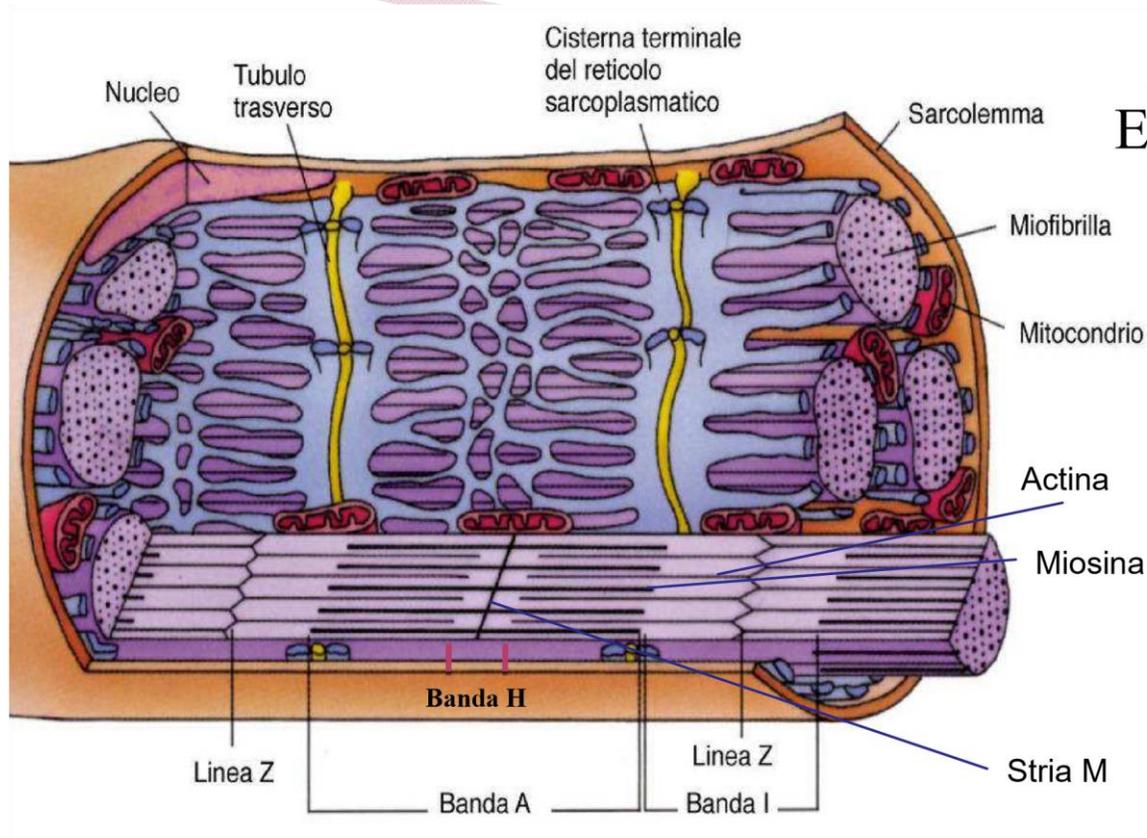


**FILAMENTI** di **MIOSINA** (spessi)

**ORGANIZZAZIONE DEI FILAMENTI DI ACTINA E  
MIOSINA**



Unità ripetute (**SARCOMERI**) che costituiscono  
l'unità elementare della contrazione



### **LINEE Z (DISCHI Z)**

Estremità di ciascun sarcomero

### **BANDA I**

Solo filamenti sottili di actina

### **BANDA A**

filamenti di actina e miosina  
sovrapposti

### **BANDA H**

situata nella parte centrale della  
banda A; soli filamenti spessi di  
miosina

### **STRIA M**

al centro della banda H formata da  
proteine che tengono in posizione i

filamenti spessi

## MECCANISMO DELLA CONTRAZIONE

La contrazione del sarcomero avviene per **SCORRIMENTO DEI FILAMENTI SOTTILI SU QUELLI SPESSI IN DIREZIONE DEL CENTRO DEL SARCOMERO**

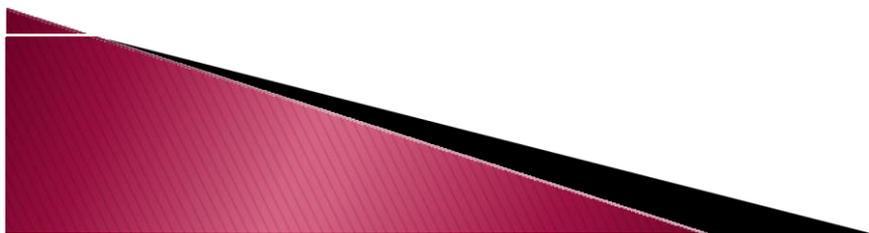
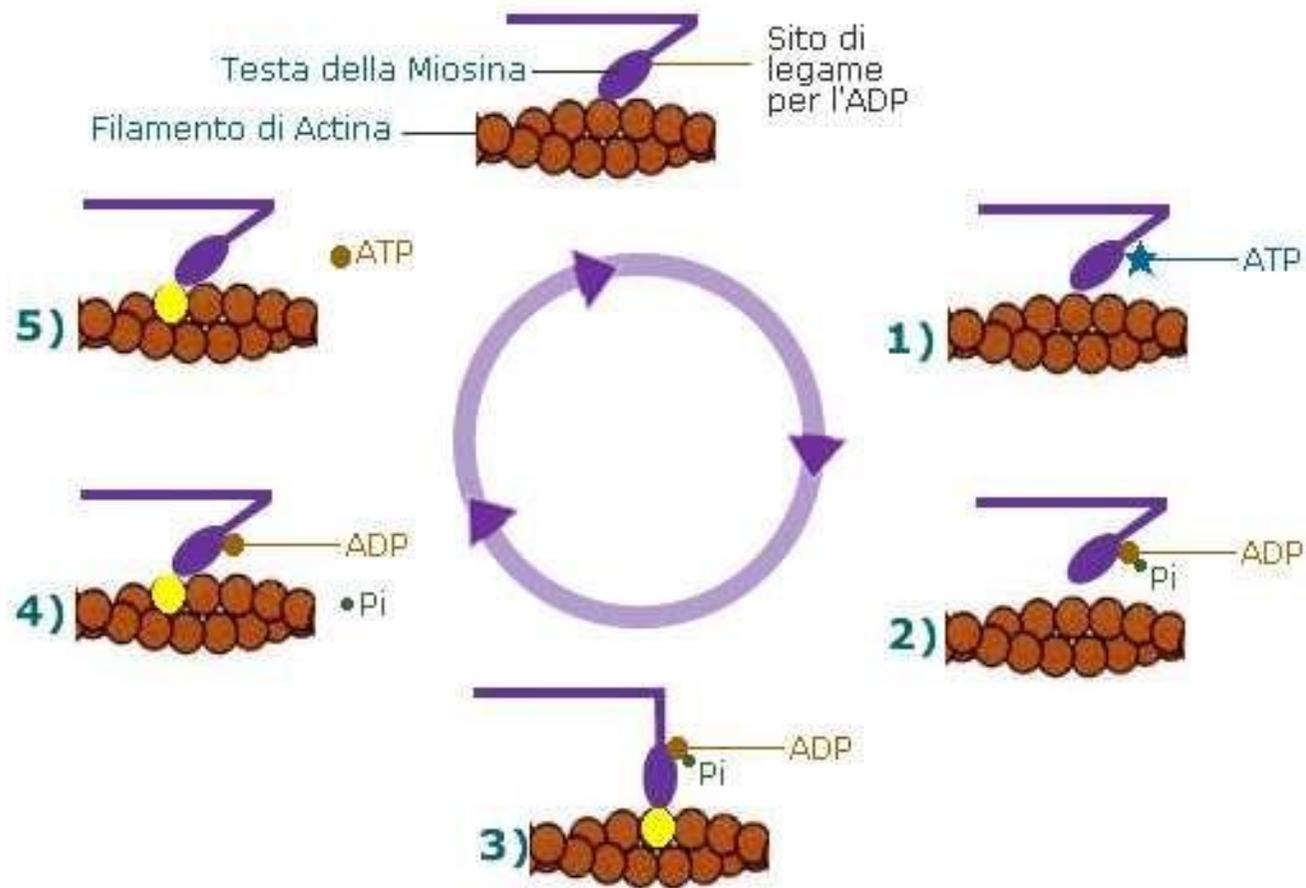
Entrambi i tipi di filamenti mantengono inalterata la loro lunghezza, ma la lunghezza del sarcomero nel suo insieme diminuisce

Richiede **ATP**

Teste di miosina (ATP) si agganciano all'actina (siti occupati dalla **TROPOMIOSINA** e **TROPONINA**) trascinandola al centro del sarcomero

Se viene a mancare ATP il muscolo rimane irrigidito.  
E' quanto succede poco dopo la morte, quando essendo venuti a mancare i processi metabolici che rigenerano ATP nelle cellule, questo si esaurisce: i muscoli vanno incontro a **RIGOR MORTIS**



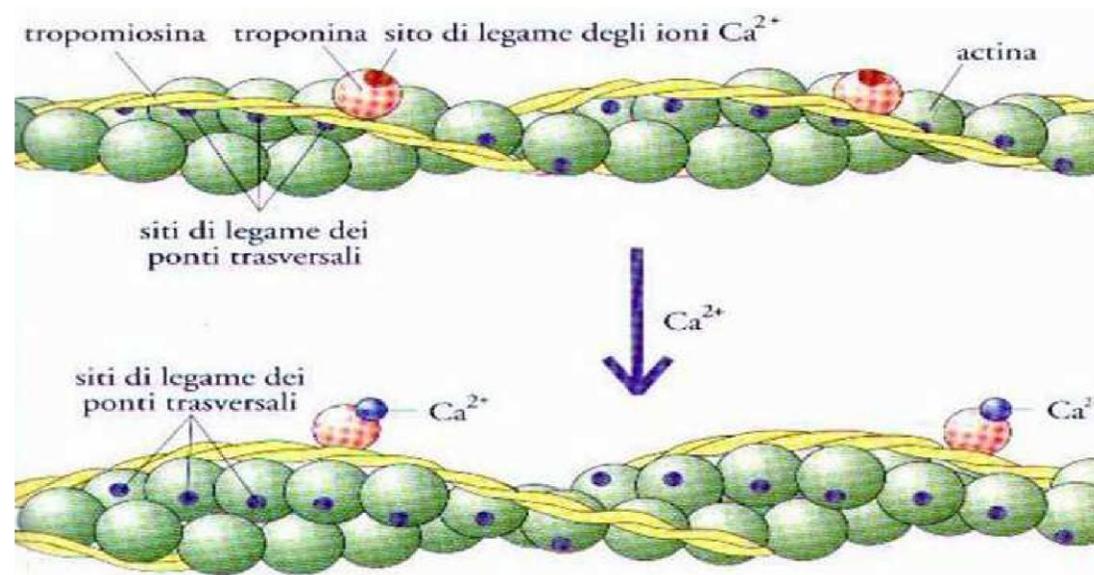
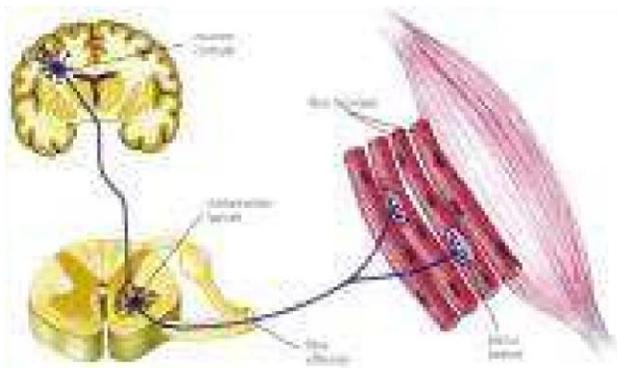


# GIUNZIONE NEUROMUSCOLARE o PLACCA MOTRICE

Regione in cui la fibra nervosa giunge a contatto con una fibrocellula

Impulso nervoso → depolarizzazione membrana miofibrilla → potenziale d'azione alla membrana del reticolo sarcoplasmatico → apertura canali del  $\text{Ca}^{++}$  voltaggio-dipendenti →  $\text{Ca}^{++}$  interagiscono con

la troponina → interazione actina-miosina



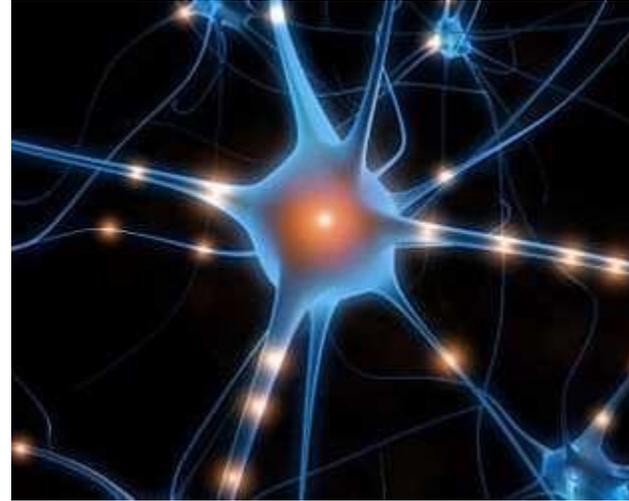
# TESSUTO NERVOSO

Cellule = **NEURONI**  
specializzate nella generazione e  
**SEGNALI**

**NERVOSI**  
impulsi elettrici  
(**POTENZIALE D'AZIONE**)

o chimici  
(**NEUROTRASMETTITORI**)

**CELLULE DELLA GLIA** o



conduzione di

**CORPO CELLULARE**

**DENDRITI**

conduzione centripeta

**ASSONE**

## CELLULE GLIALI

(astrociti, oligodendrociti, microglia)

Sostegno, protezione e nutrizione per i neuroni

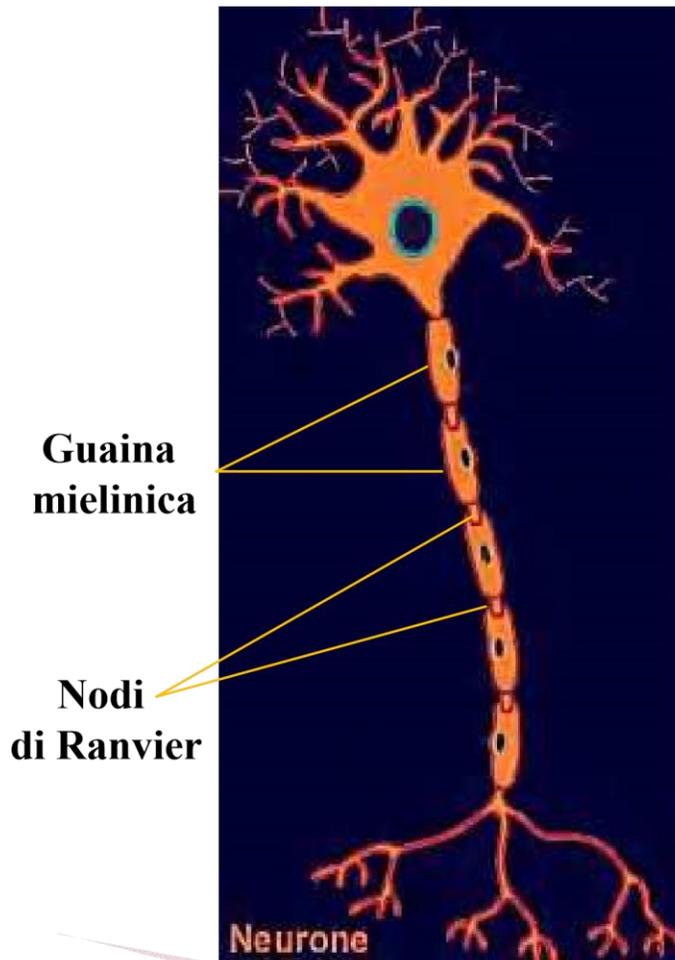
## CILINDRASSE

conduzione centrifuga

## GUAINA

Rivestimento formato da particolari cellule gliali, le

**MIELINICA** cellule di Schwann, che si avvolgono ripetutamente attorno all'assone isolandolo e impedendo la dispersione degli impulsi elettrici



assoni avvolti da guaina mielinica = **fibre mieliniche**

(**CONDUZIONE SALTATORIA**)

assoni privi di guaina = **fibre amieliniche**

(**CONDUZIONE CONTINUA**)

I segmenti di assone rivestiti da guaina mielinica sono separati da brevi zone in cui l'assone stesso è scoperto = **nodi di Ranvier**

# POTENZIALE D'AZIONE

## POTENZIALE DI MEMBRANA

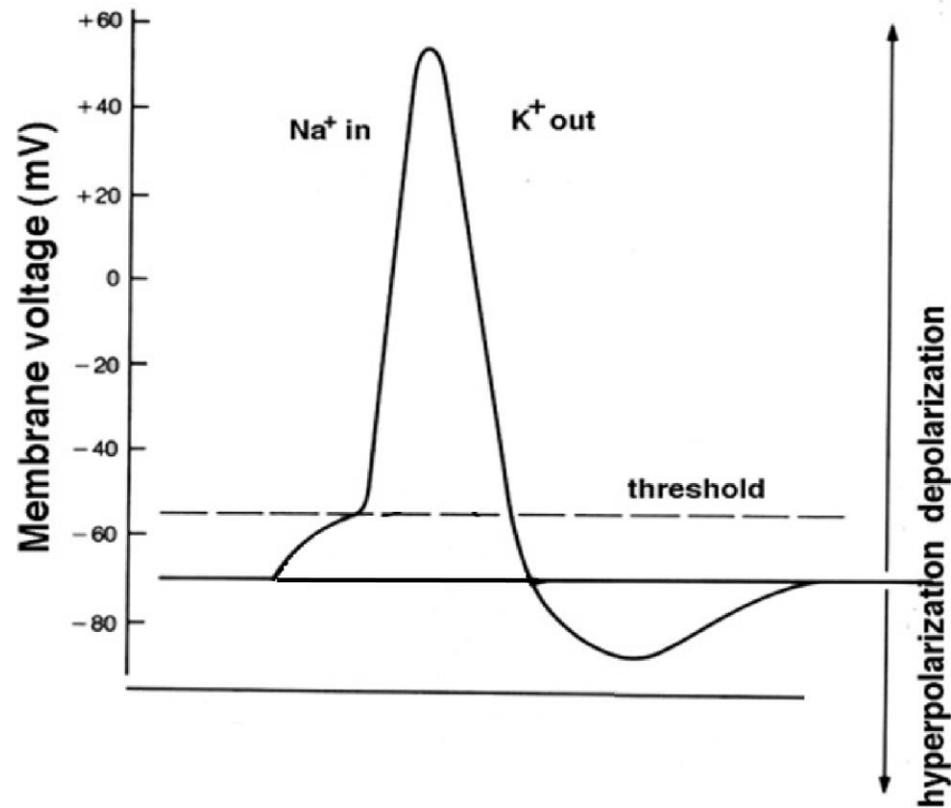
o **POTENZIALE DI RIPOSO** (circa  $-70\text{mV}$ ): ddp che esiste, in condizioni di riposo, attraverso la membrana plasmatica dei neuroni (**cellula polarizzata**)

### DEPOLARIZZAZIONE

il potenziale di membrana diventa meno negativo

### IPERPOLARIZZAZIONE

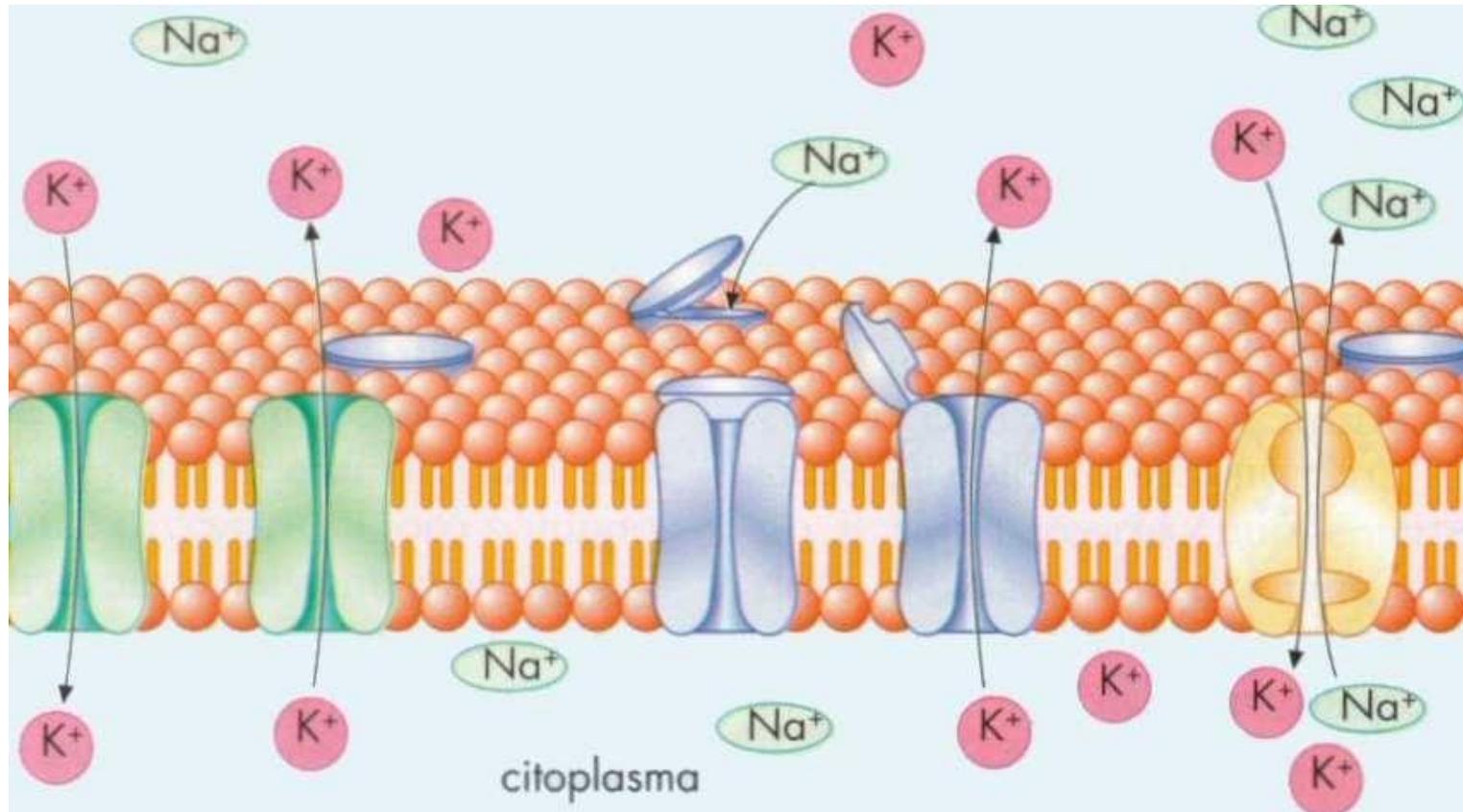
il potenziale di membrana diventa più negativo



Differente concentrazione degli ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  ai due lati della membrana

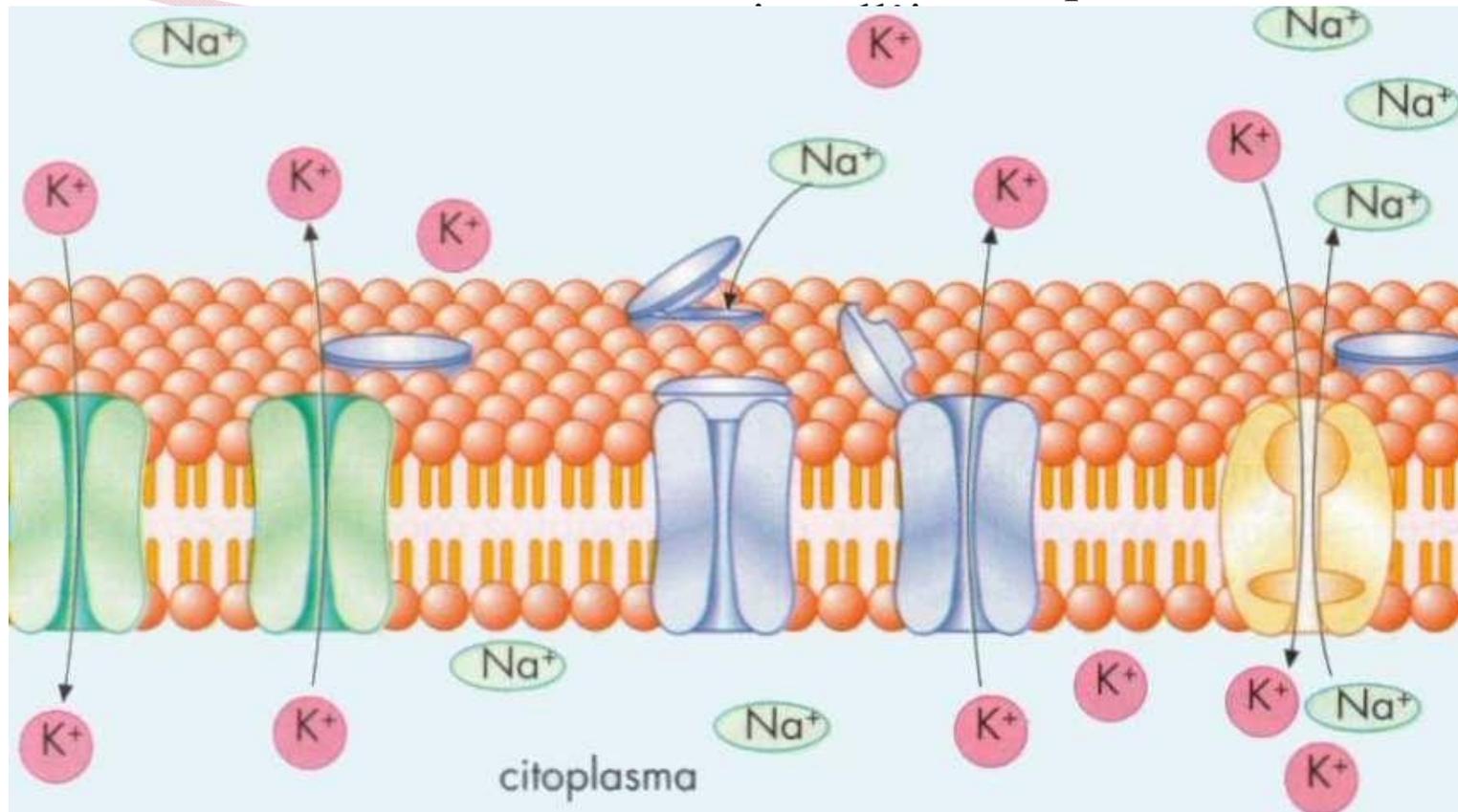
$[\text{K}^+]$  è  $>$  all'interno della cellula;  $[\text{Na}^+]$  è  $>$  all'esterno

**(POMPA SODIO-POTASSIO)**



## CANALI IONICI PASSIVI PER IL $K^+$

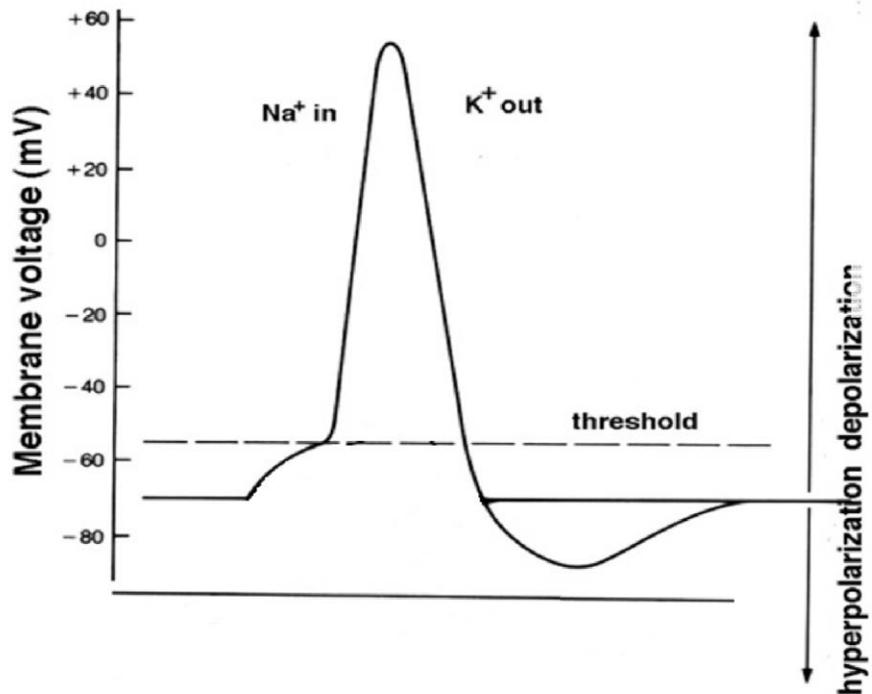
accumulo di cariche positive all'esterno della membrana e cariche



**CANALI IONICI VOLTAGGIO-DIPENDENTI:** si aprono o chiudono solo ad un certo valore del potenziale di membrana.

A riposo, sia quelli per il  $\text{Na}^+$  che per il  $\text{K}^+$  sono chiusi





**LIVELLO SOGLIA (-55mV)**

apertura canali per il Na<sup>+</sup>

**POTENZIALE D'AZIONE (+35mV)**

durata = 1 millisecc o meno

**RIPOLARIZZAZIONE**

i canali per il Na<sup>+</sup> si inattivano e si aprono quelli voltaggio-dipendenti per il K<sup>+</sup>

**“RISPOSTA DI TUTTO O  
NULLA”**

**PERIODO DI REFRAITTARIETÀ**

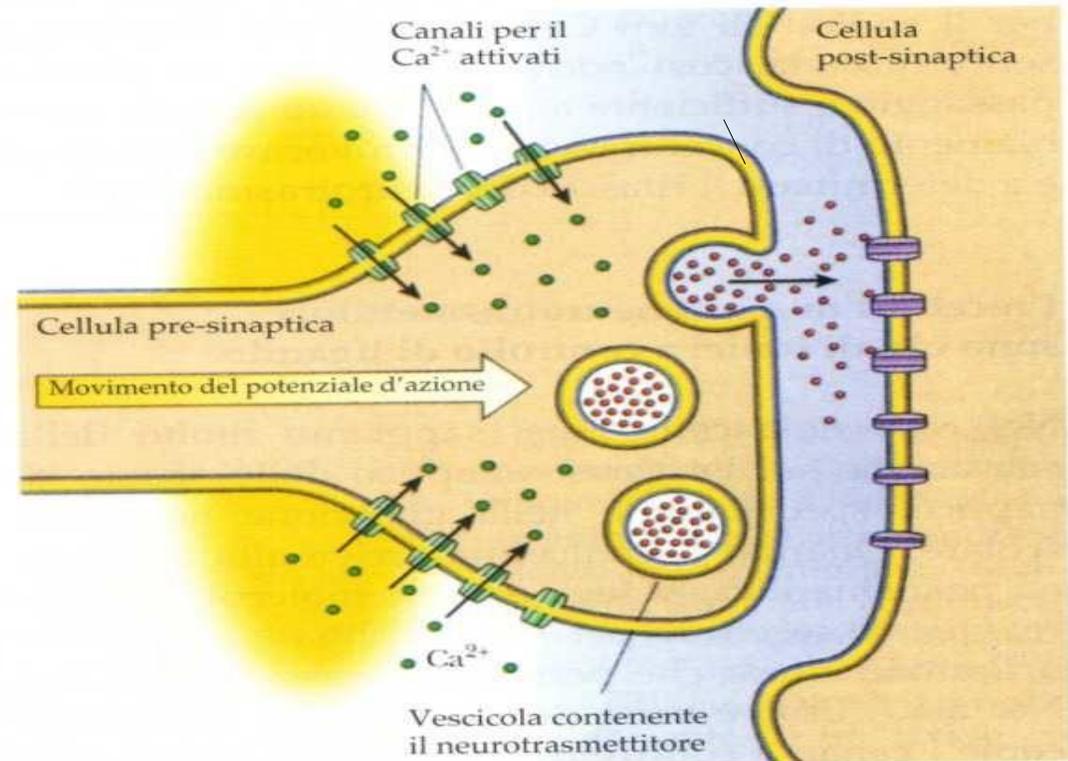
potenziale di membrana al di sotto del  
potenziale di riposo (iperpolarizzazione)

Impossibilità che si instauri un nuovo potenziale d'azione  
→ la propagazione del potenziale d'azione avviene solo verso zone di membrana non ancora interessate dal fenomeno, cioè in **una**

sola direzione

**SINAPSI**

**BOTTONE SINAPTICO**  
**FESSURA SINAPTICA**



**TRASMISSIONE UNIDIREZIONALE**      **NEURONE PRE-SINAPTICO**  
**NEURONE POST-SINAPTICO**

**NEUROTRASMETTITORI (VESCICOLE SINAPTICHE)**

**Acetilcolina (neuroni colinergici); noradrenalina (neuroni adrenergici); serotonina, dopamina. Glutammato, glicina, GABA.**

**Endorfina. Ossido di azoto.**

**RECETTORI (farmaci  $\beta$ -bloccanti)**

**CANALI IONICI ATTIVATI DA LIGANDO COLINESTERASI**

# Comunicazione intercellulare

complessa rete di comunicazione tra cellule coordina la crescita, il differenziamento e il metabolismo in tutti gli organismi pluricellulari.

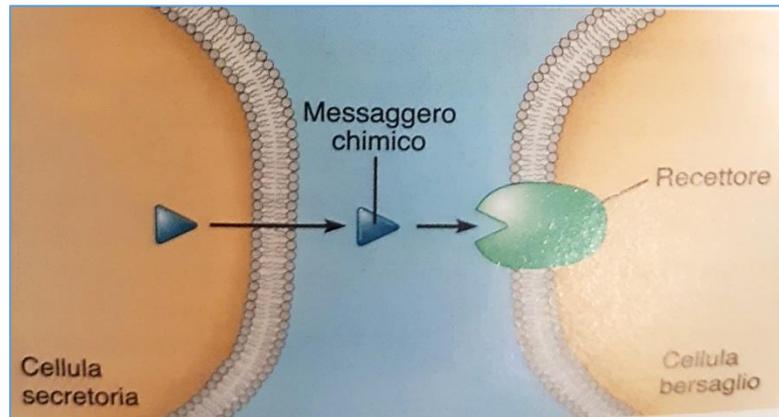
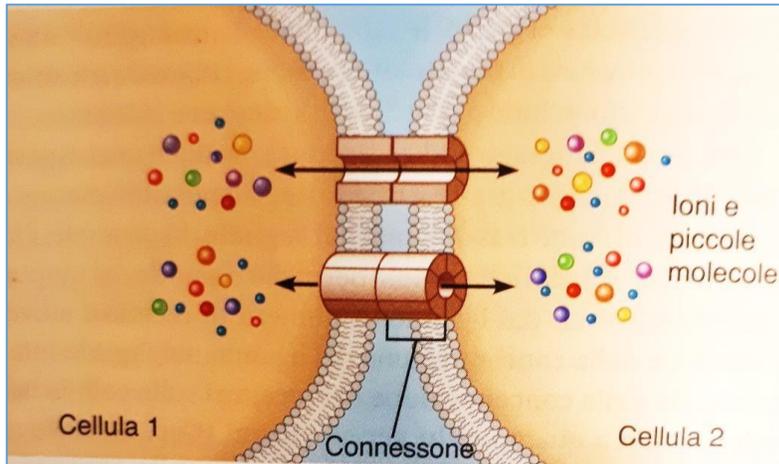
riconoscono due tipologie di comunicazione intercellulare:

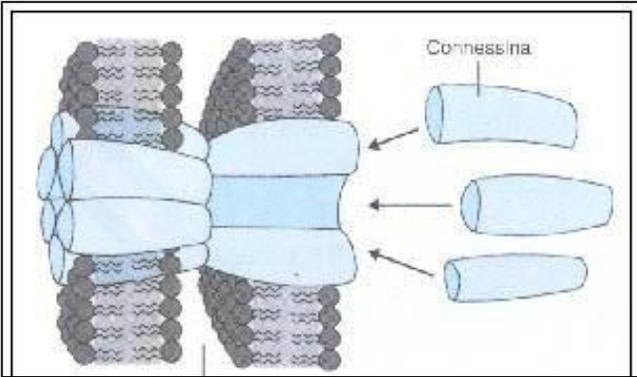
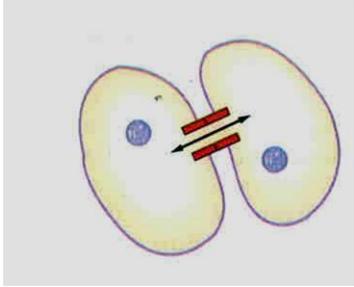
- 1) **Comunicazione diretta attraverso giunzioni comunicanti**
- 2) **Comunicazione tramite messaggeri chimici**

**Comunicazione diretta attraverso giunzioni comunicanti**

Una

Si





## Struttura di una giunzione comunicante

La forma più semplice di comunicazione intercellulare è il trasferimento diretto di segnali chimici attraverso le giunzioni comunicanti, canali proteici di connessione che creano ponti citoplasmatici tra due cellule adiacenti.

Una giunzione comunicante si forma quando particolari proteine transmembrana (dette connesine) di due cellule adiacenti si uniscono. Le connesine creano un canale proteico attraverso cui ioni e piccole molecole come amminoacidi, ATP e AMPciclico, passano direttamente dal citoplasma di una cellula a quello della cellula vicina.

### Comunicazione tramite messaggeri chimici

La comunicazione tramite messaggeri chimici si realizza quando la cellula rilascia nel liquido interstiziale una molecola segnale, la quale si lega in maniera specifica a recettori presenti sulla cellula bersaglio, ossia la cellula alla quale è diretto il messaggio chimico.

Il legame della molecola segnale (detto messaggero chimico) al recettore produce nella cellula bersaglio una risposta attraverso una serie di meccanismi noti come trasduzione del segnale.

L'intensità della risposta nella cellula bersaglio dipende dal numero di recettori attivati dal ligando. Tale numero dipende a sua volta da:

- concentrazione del ligando
- concentrazione dei recettori sulle cellule bersaglio.

### Classificazione funzionale dei messaggeri chimici



Messaggeri paracrini



Messaggeri autocrini

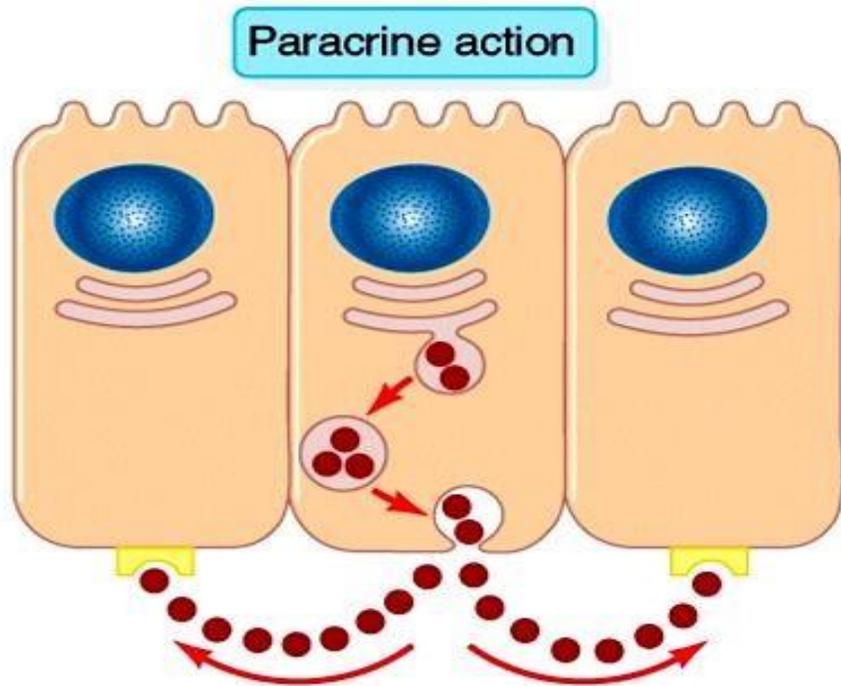


Neurotrasmettitori



Ormoni

☑ Neurormoni



Messaggeri paracrini

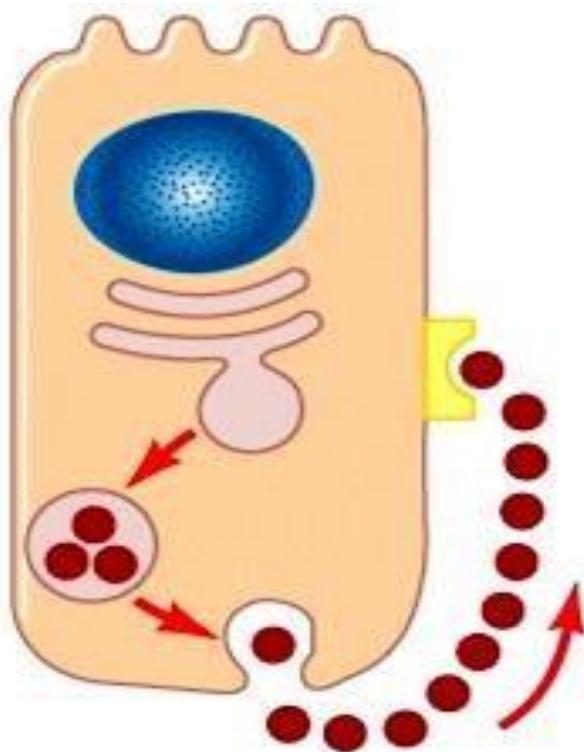
Una sostanza chimica secreta da una cellula per agire su cellule presenti nelle sue immediate vicinanze è detta paracrina. Se la molecola segnale agisce sulla stessa cellula che l'ha secreta la sostanza chimica è detta autocrina.

Nella segnalazione di tipo **paracrino**, la cellula bersaglio si trova in prossimità della cellula segnale e la sostanza che funge da segnale agisce sul gruppo di cellule bersaglio adiacenti. Esempi di sostanze paracrine sono: fattori di crescita, fattori di coagulazione, le citochine, l'istamina.

Messaggeri autocrini

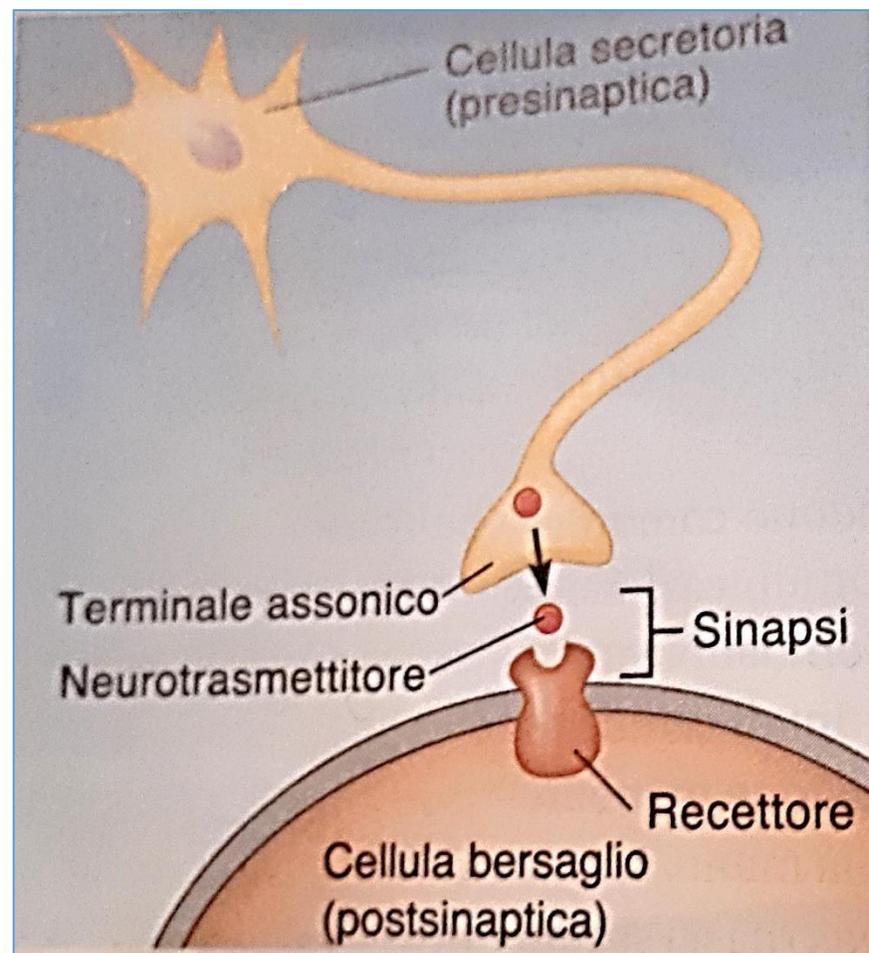


Le sostanze paracrine e autocrine raggiungono le loro cellule bersaglio per diffusione attraverso il liquido interstiziale.



La segnalazione **autocrina** è caratterizzata da cellule che agiscono contemporaneamente da segnale e da bersaglio. Le cellule rispondono alle sostanze che esse stesse hanno liberato. Molte cellule tumorali presentano una iperproduzione di fattori di crescita che stimolano l'accrescimento delle cellule tumorali stesse.

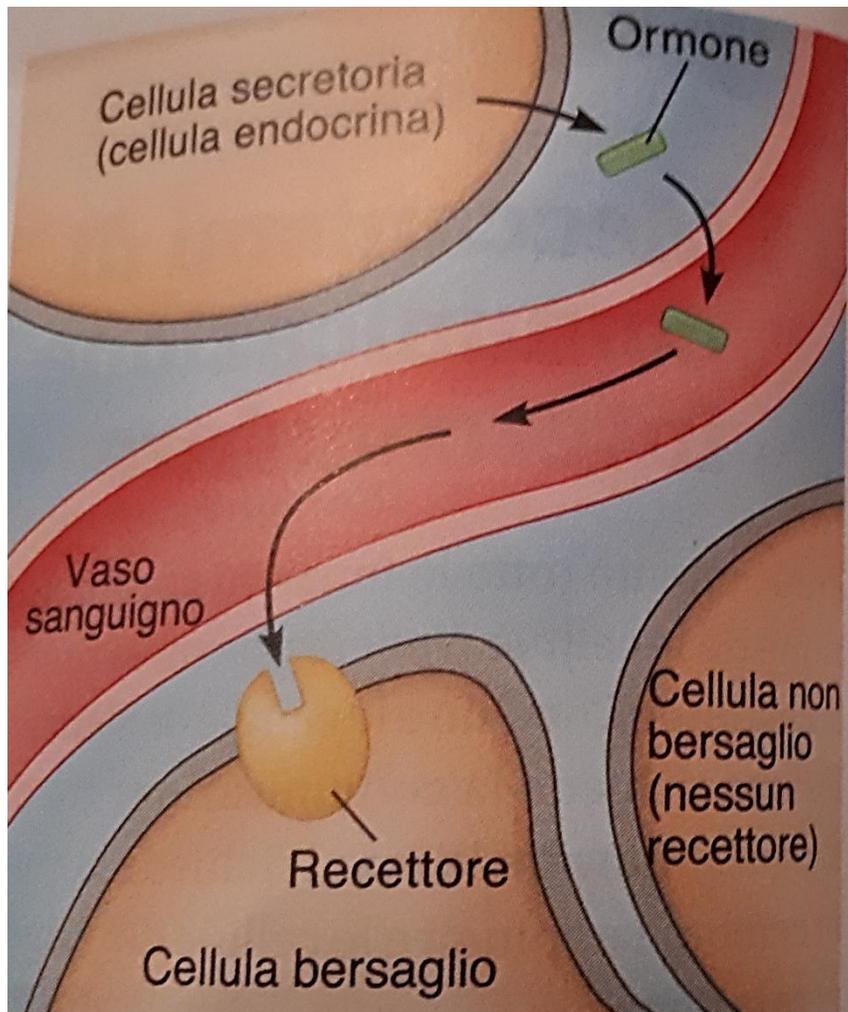
#### Neurotrasmettitori



Vengono rilasciati dal terminale assonico dei neuroni nello spazio sinaptico e rappresentano il tramite chimico mediante il quale si realizza la comunicazione sinaptica.

La cellula che libera il neurotrasmettitore è chiamata neurone presinaptico, mentre la cellula bersaglio (che può essere un altro neurone o una cellula muscolare) è chiamata cellula postsinaptica.

#### Ormoni

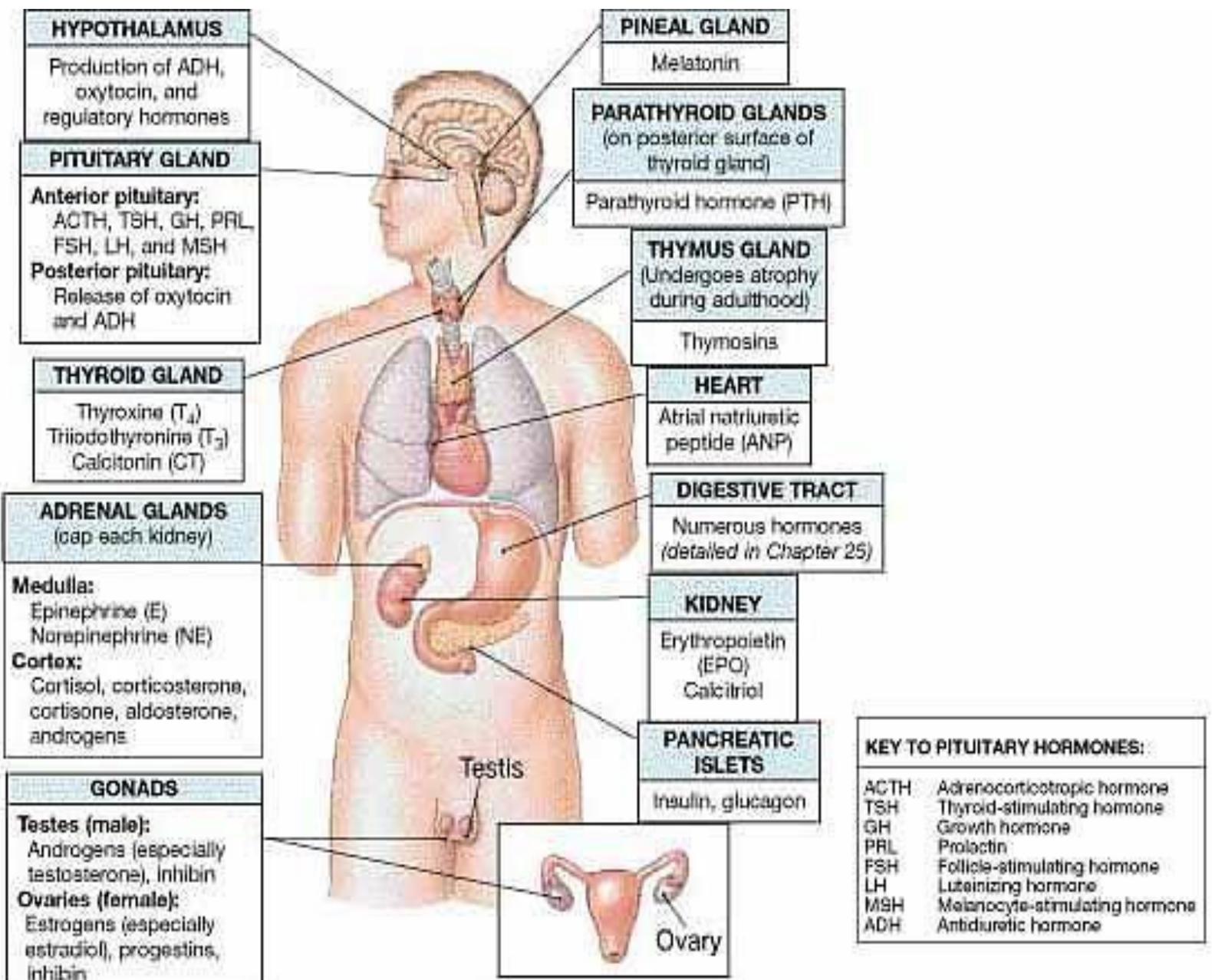


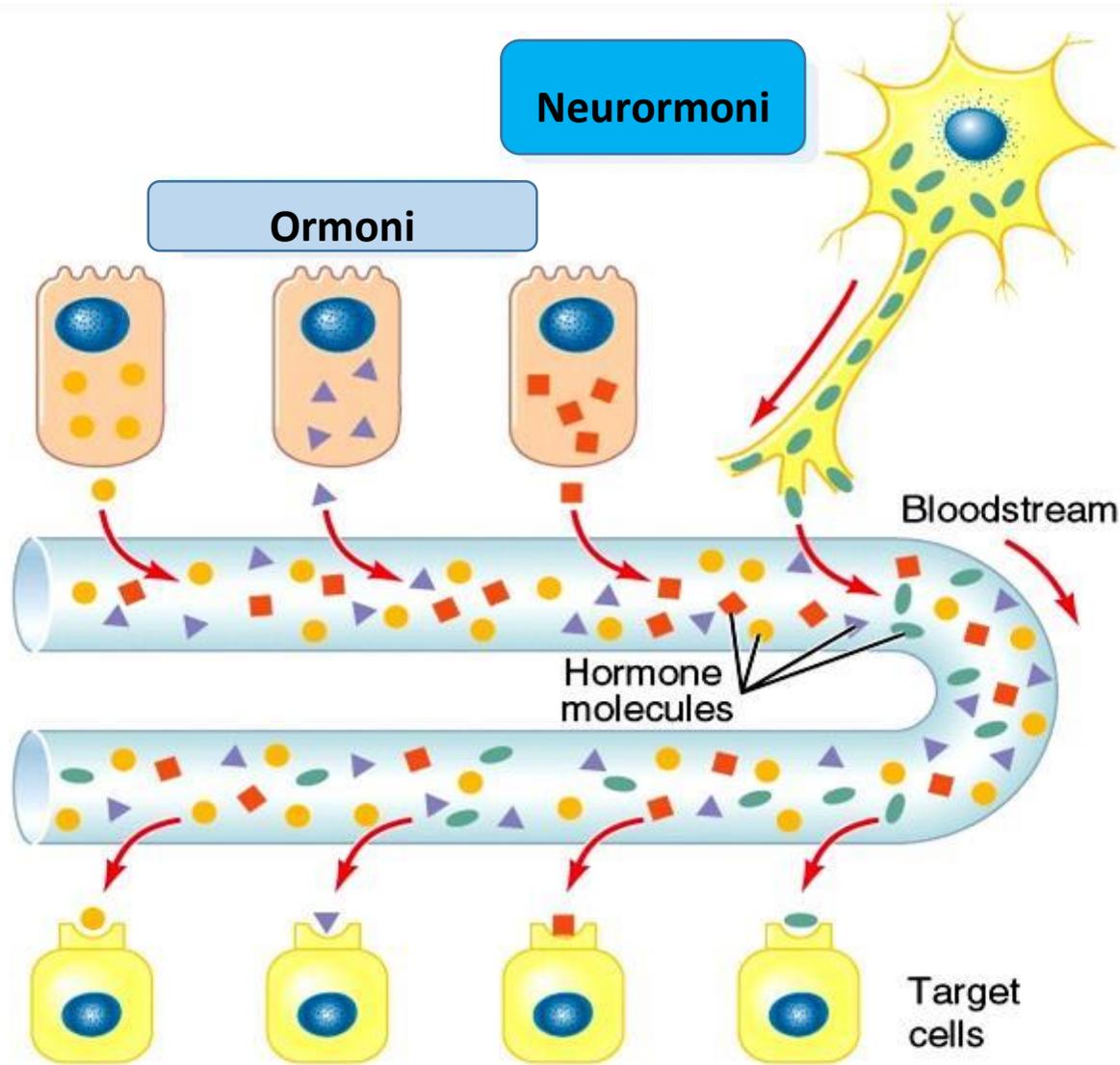
Ormone

**Cellula** Vengono rilasciati dalle ghiandole endocrine nel liquido **endocrina** interstiziale e da qui diffondono nel sangue.

Attraverso la circolazione sanguigna gli ormoni raggiungono le rispettive cellule bersaglio, che possono essere localizzate anche a notevole distanza dal punto di secrezione

Il circolo ematico distribuisce gli ormoni virtualmente in tutti i tessuti dell'organismo, ma solo le cellule dotate del recettore specifico per un dato ormone sono capaci di rispondere ad esso.





### Neurormoni

I neurormoni costituiscono una particolare classe di ormoni, in quanto vengono secreti da neuroni con meccanismo simile a quello del rilascio del neurotrasmettitore.

Al pari degli ormoni, i neurormoni vengono rilasciati nel liquido interstiziale e da qui diffondono nel sangue, attraverso cui raggiungono le relative cellule bersaglio.

### Classificazione chimica dei messaggeri chimici

- ❖ Messaggeri aminoacidici
- ❖ Messaggeri amminici
- ❖ Messaggeri peptidici/proteici
- ❖ Messaggeri steroidei
- ❖ Messaggeri eicosanoidi

Messaggeri anninoacidici

Glutamato

Aspartato

Glicina

Acido gamma-amminobutirrico (GABA)

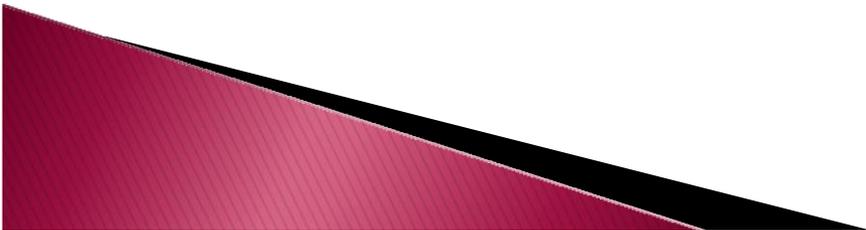
Questi 4 aminoacidi funzionano da neurotrasmettitori e vengono sintetizzati dai neuroni.

Glutammato, aspartato e glicina appartengono agli  $\alpha$  amminoacidi (amminoacidi impiegati per la sintesi delle proteine).

Il GABA viene sintetizzato a partire dal glutammato e appartiene al gruppo dei gamma amminoacidi

Messaggeri amminici

Le ammine sono messaggeri chimici derivati dagli amminoacidi. Sono così chiamate in quanto contengono un gruppo amminico



### Catecolammine

Contengono un gruppo catecolico (anello a 6 atomi di carbonio) e derivano dall'amminoacido tirosina. Comprendono: dopamina, noradrenalina e adrenalina. Dopamina e noradrenalina sono prevalentemente neurotrasmettitori, mentre l'adrenalina è prevalentemente un ormone.

### Serotonina

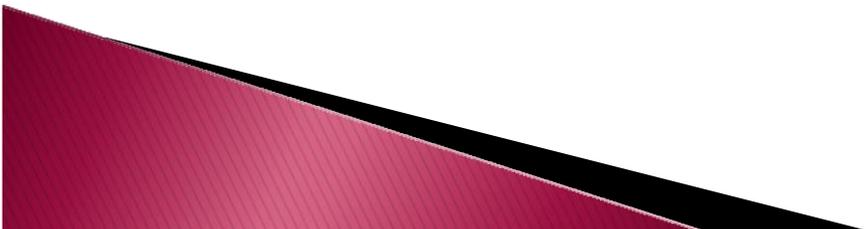
È un neurotrasmettitore e deriva dall'amminoacido triptofano

### Ormoni tiroidei

Derivano dall'amminoacido tirosina

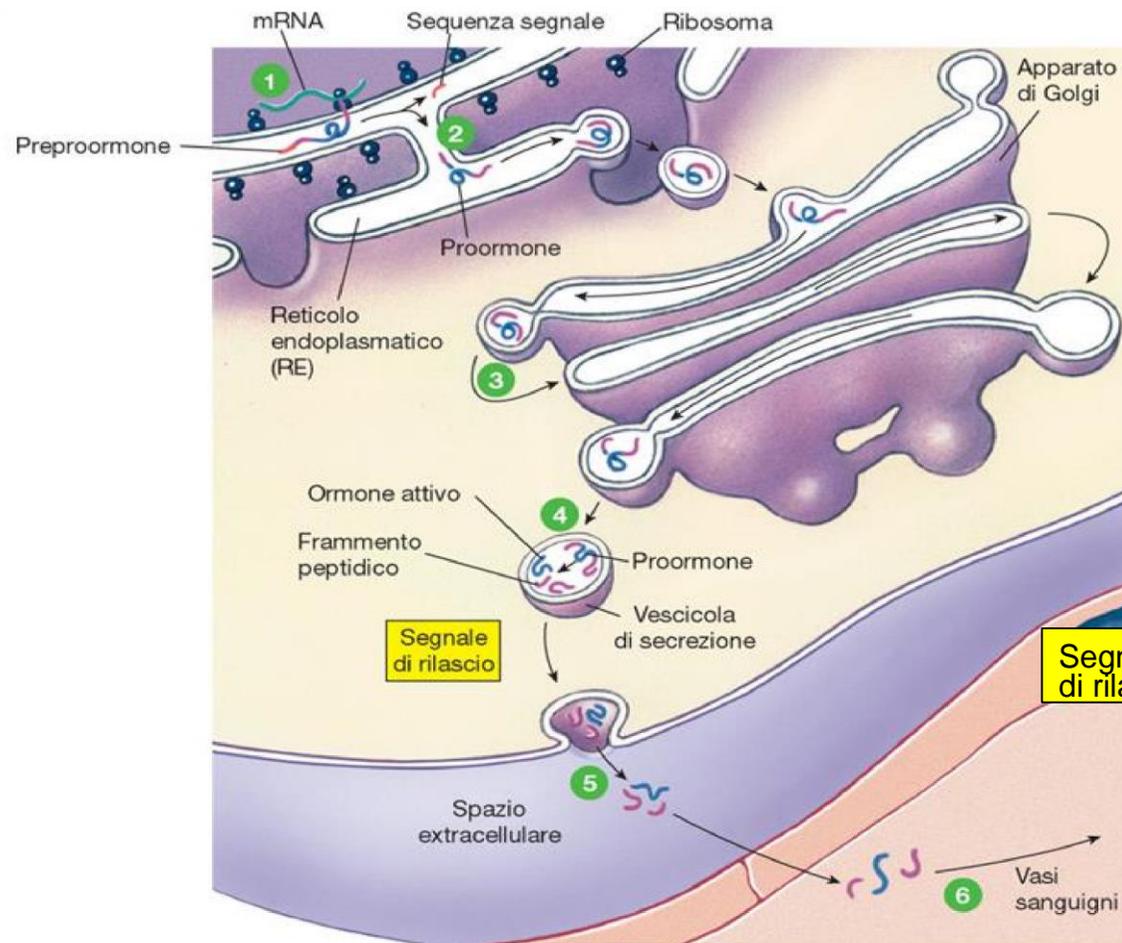
### Istamina

È un messaggero paracrino che deriva dall'istidina



## Messaggeri peptidici

- I messaggeri polipeptidici sono costituiti da catene di aminoacidi tenuti insieme da legame peptidico. Questi messaggeri vengono classificati in peptidi o proteine a seconda delle loro dimensioni (se sono composti da meno di <math><50</math> aminoacidi sono denominati peptidi).
- Gli ormoni peptidici sono sintetizzati come pre-proormoni inattivi che includono una sequenza segnale, l'ormone e altri frammenti peptidici aggiuntivi



**1** L'RNA messaggero sui ribosomi del reticolo endoplasmatico (RE) lega gli aminoacidi a formare una catena peptidica detta **preproormone**. La catena è indirizzata dentro il lume del RE tramite una **sequenza segnale** di aminoacidi.

**2** Gli enzimi nel RE eliminano la sequenza segnale formando un **proormone** inattivo.

**3** Il proormone passa dal RE all'apparato di Golgi.

**4** Le vescicole di secrezione contenenti enzimi e il proormone gemmano dall'apparato di Golgi. Gli enzimi frammentano il proormone in uno o più peptidi attivi e in altri frammenti peptidici.

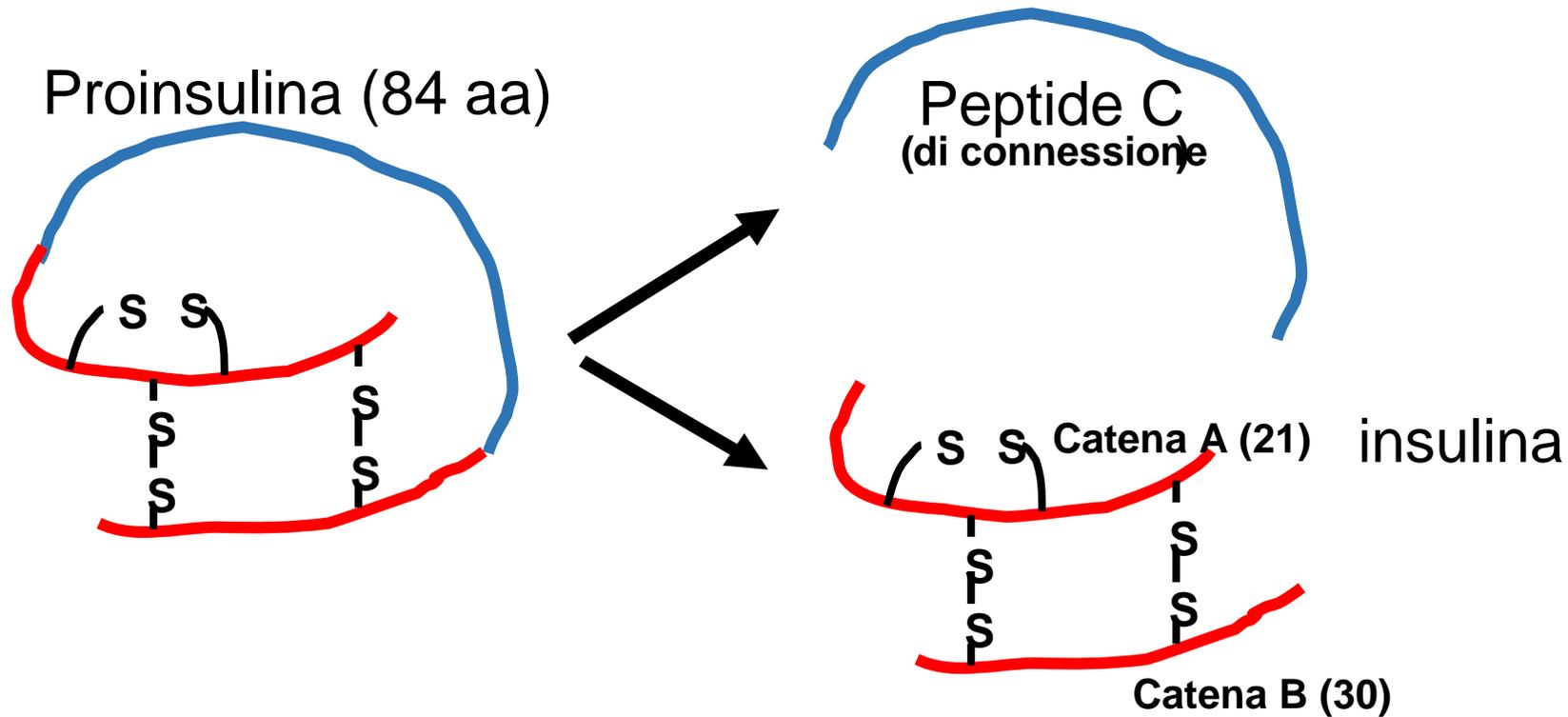
**5** Le vescicole di secrezione rilasciano il proprio contenuto nello spazio extracellulare per esocitosi.

**6** L'ormone entra nella circolazione sistemica per raggiungere il proprio bersaglio.

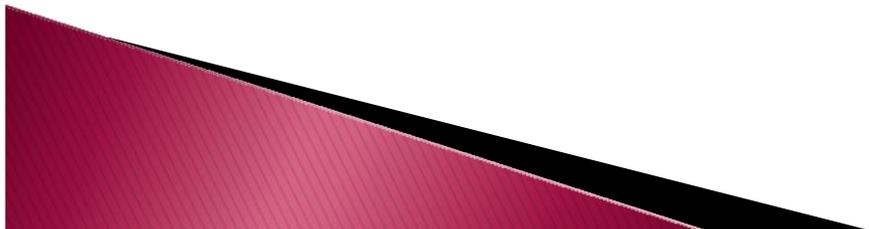
## Sintesi, accumulo e rilascio degli ormoni peptidici

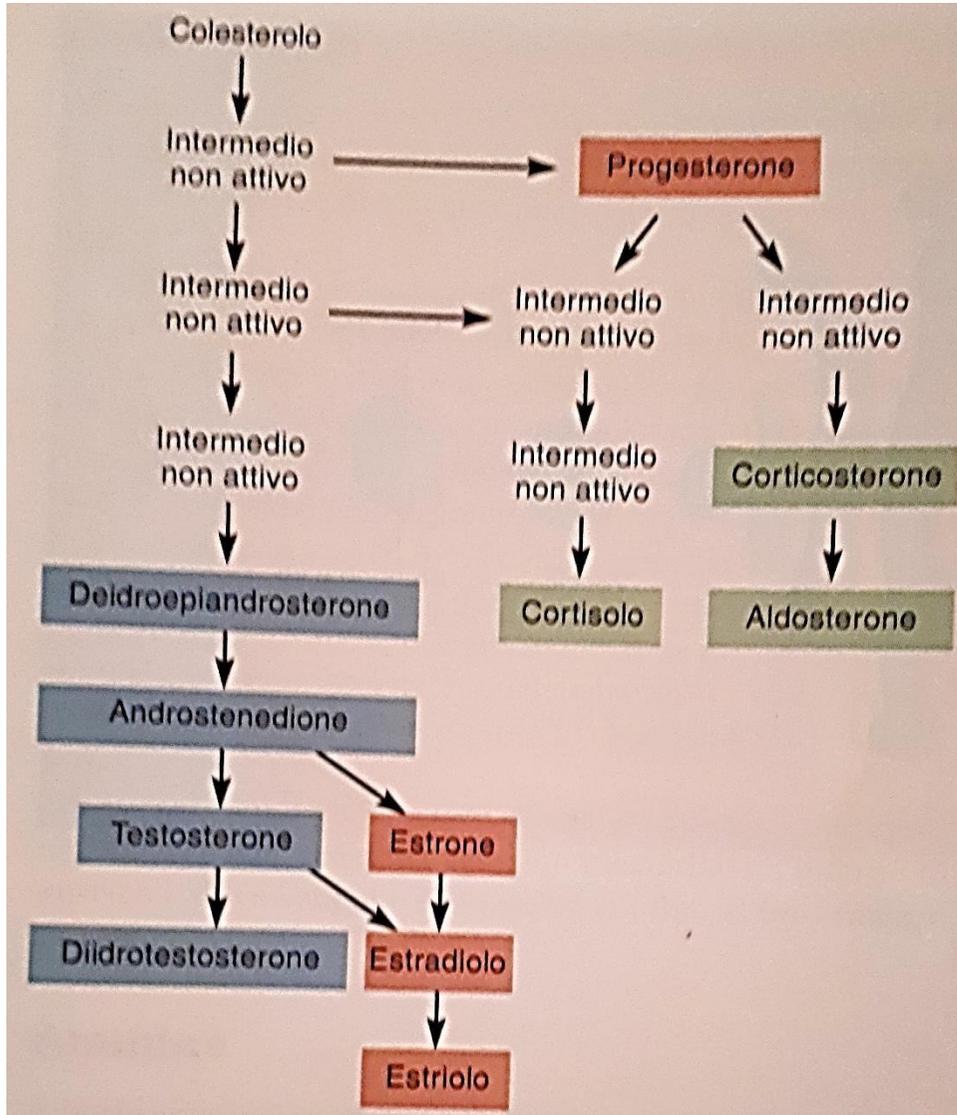
Esempio di ormone peptidico : l'insulina

L'**insulina** è un ormone peptidico prodotto dalle cellule beta delle isole di Langerhans all'interno del pancreas. E' costituita da due catene unite da due ponti solfuro: catena A di 21 aminoacidi e catena B di 30 aminoacidi. E' sintetizzata in forma di preproinsulina. La rimozione della sequenza segnale dà origine alla proinsulina, la quale a sua volta, viene attivata ad insulina mediante tagli proteolitici e rimozione del peptide C di connessione tra la catena A e la catena B.



Messaggeri steroidei





**Percorso di sintesi degli steroidi  
progesterone**

**estrone**

**Ormoni sessuali**

**estradiolo femminili estriolo**

**deidroepiandrosterone**

**androstenedione Ormoni sessuali**

**maschili testosterone diidrotestosterone**

**corticosterone**

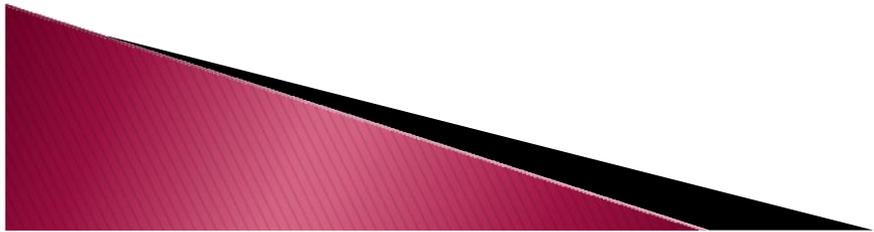
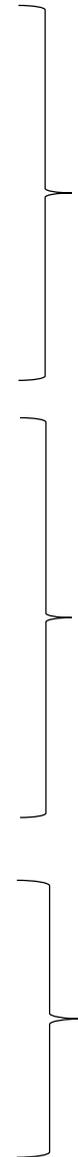
**Ormoni prodotti dalla**

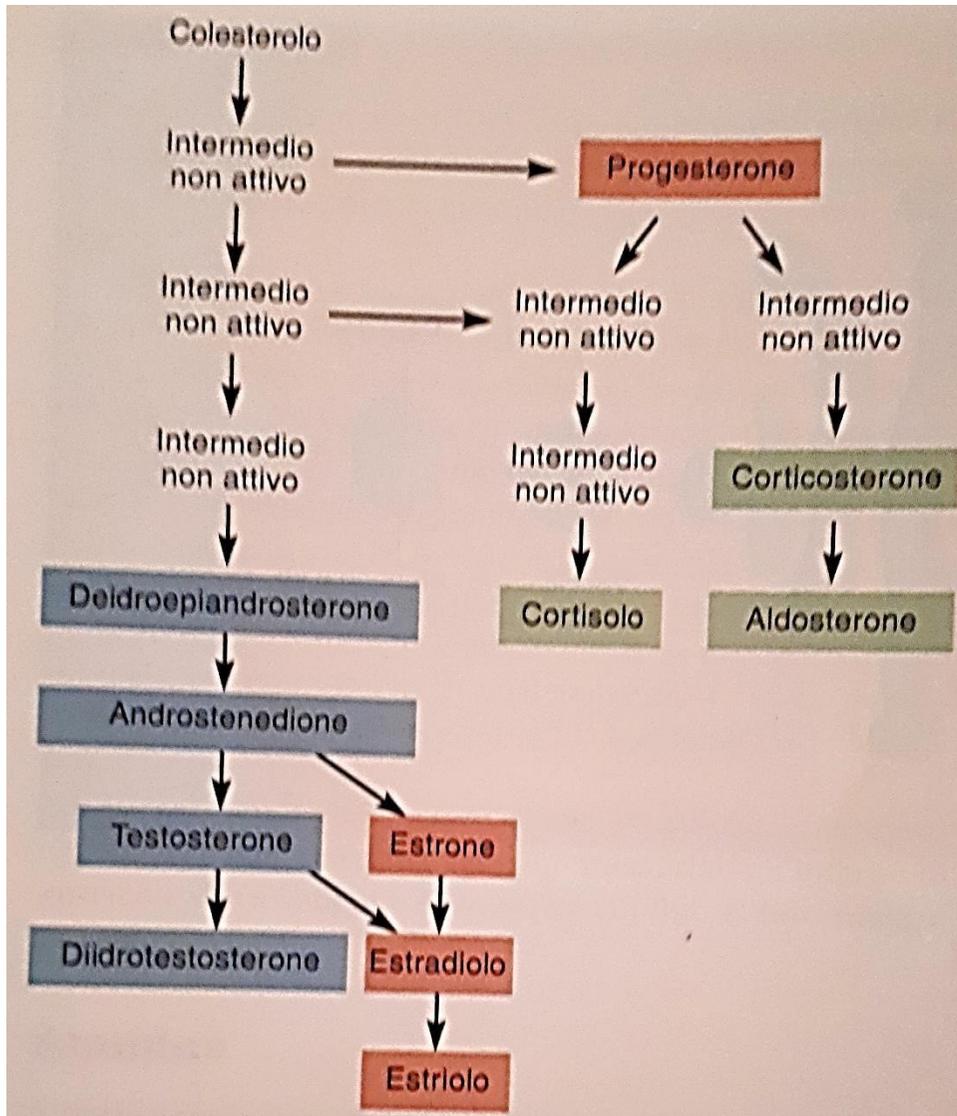
**cortisola corticale del surrene**

**aldosterone**

**Messaggeri steroidei**

**Percorso di sintesi degli steroidi**





I messaggeri steroidei vengono sintetizzati a partire dal colesterolo tramite una serie di reazioni catalizzate da enzimi.

In relazione alla loro derivazione dal colesterolo, tutti i messaggeri steroidei sono molecole lipofile e, pertanto, in grado di attraversare la membrana per diffusione.

Poiché sono solubili nelle membrane, gli steroidi non possono essere immagazzinati all'interno di vescicole, come nel caso degli ormoni peptidici, ma vengono liberati continuamente nel liquido interstiziale man mano che vengono sintetizzati.

Pertanto, mentre le cellule che producono ormoni peptidici o amminici possono sintetizzare la loro molecola segnale in anticipo e accumularla all'interno di vescicole in modo che venga rilasciata quando è necessario, gli ormoni steroidei vengono sintetizzati solo quando sono richiesti e immediatamente rilasciati.

Messaggeri eicosanoidi

Comprendono una grande famiglia di messaggeri paracrini, che sono prodotti da quasi tutte le cellule dell'organismo.

Derivano dall'acido arachidonico, un acido grasso a 20 atomi di carbonio che si trova nei fosfolipidi delle membrane plasmatiche.

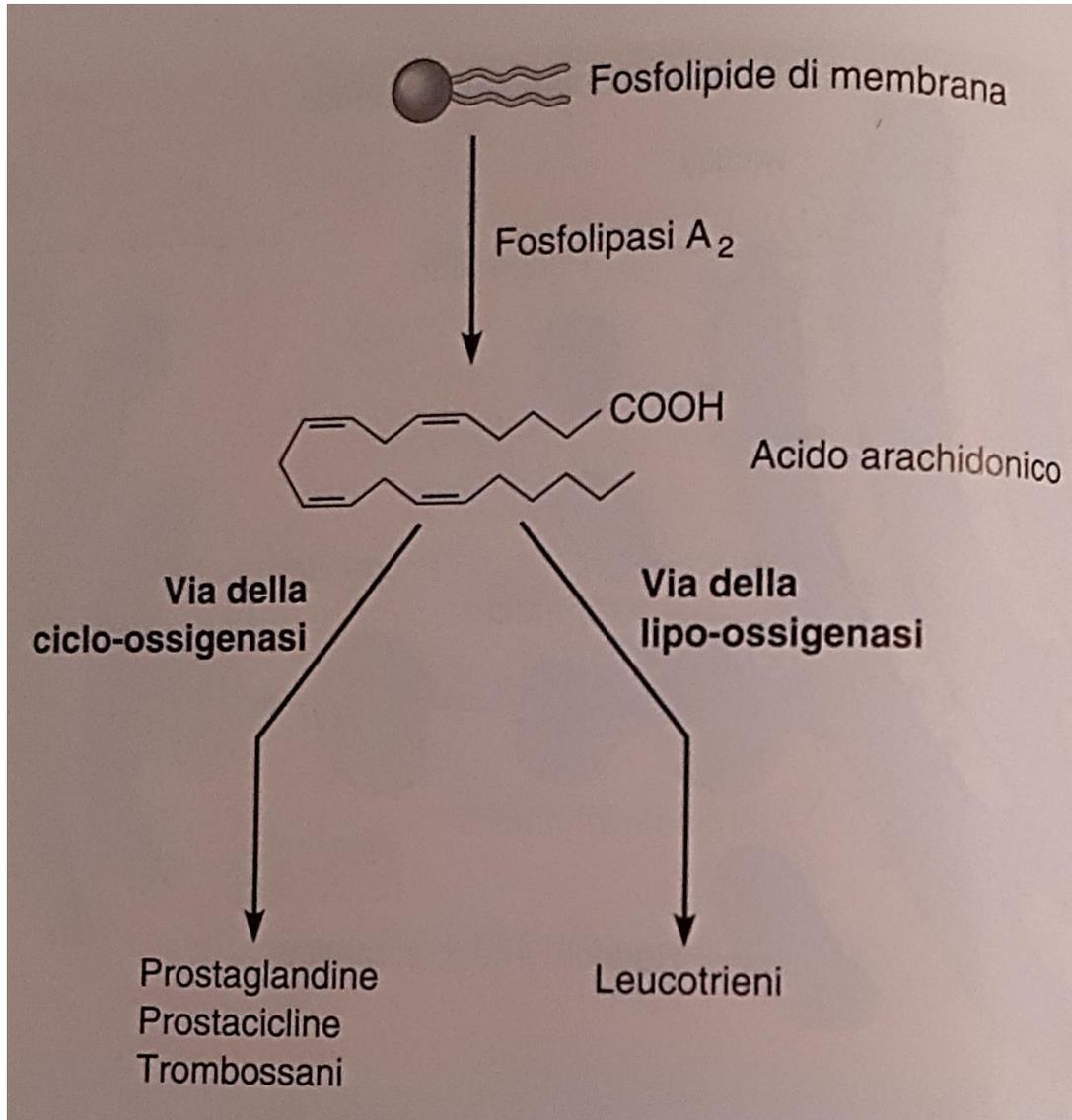
Gli eicosanoidi, a causa della loro origine lipidica, sono lipofili e attraversano facilmente la membrana.

Comprendono tre famiglie di messaggeri:

**prostaglandine**

**leucotrieni**

Messaggeri eicosanoidi



La sintesi dei messaggeri eicosanoidi si basa sull'attività della fosfolipasi A<sub>2</sub> e catalizza la liberazione di acido arachidonico dai fosfolipidi di membrana.

L'acido arachidonico viene convertito in eicosanoidi attraverso due vie: la via della ciclossigenasi, che porta alla produzione di prostaglandine, prostaciline e trombossani, e quella della lipossigenasi, che porta alla produzione dei leucotrieni.